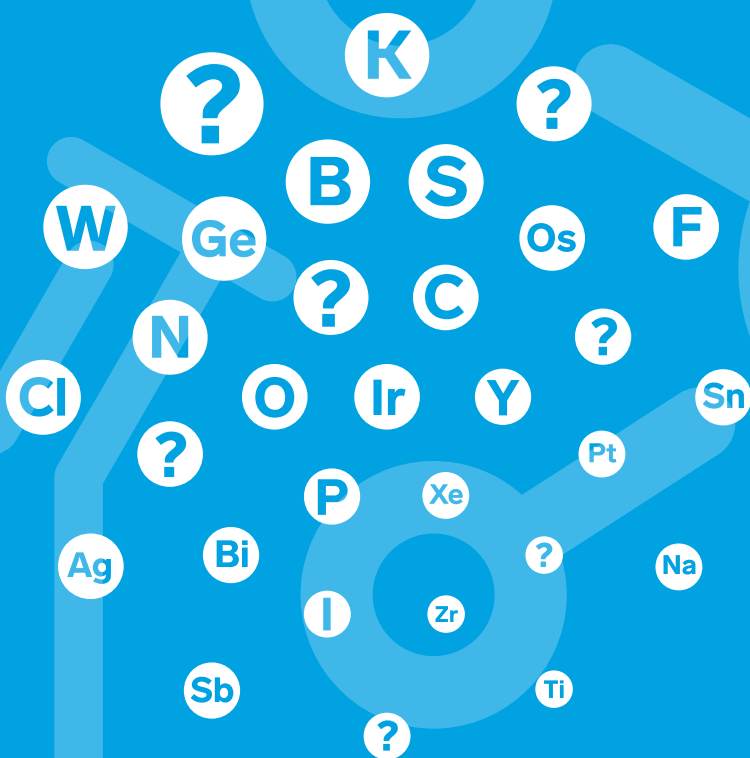




Сириус
Образовательный центр

СБОРНИК ЗАДАЧ

УЧАЩИХСЯ
XIV И XV ХИМИЧЕСКИХ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ



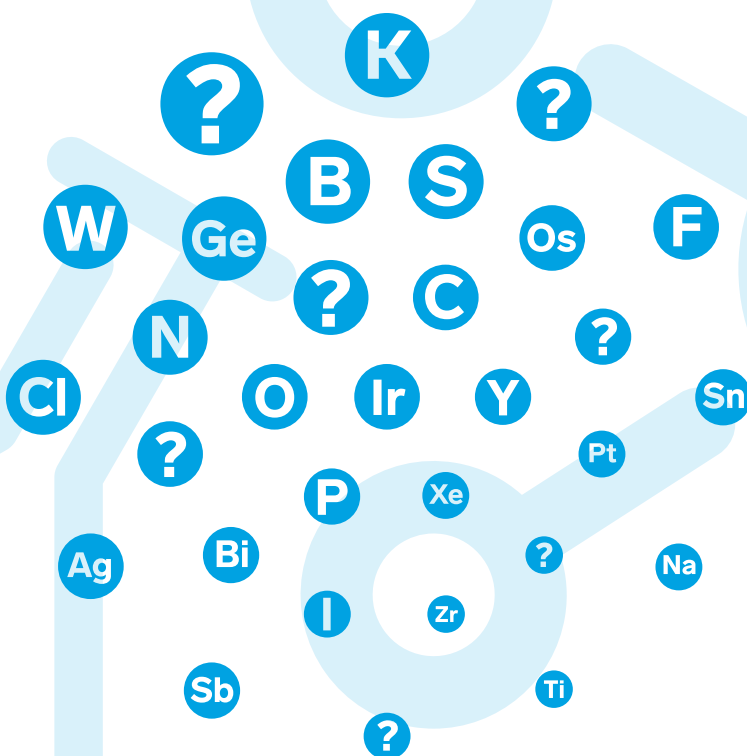
1	2	13	14	15	16	17	18
1 H Водород 1.00794	2 He Гелий 4.0026	5 B Бор 10.811	6 C Углерод 12.011	7 N Азот 14.007	8 O Кислород 15.999	9 F Фтор 18.998	10 Ne Неон 20.179
3 Li Литий 6.941	4 Be Бериллий 9.0122	11 Na Натрий 22.990	12 Mg Магний 24.305	13 Al Алюминий 26.98	14 Si Кремний 28.08	15 P Фосфор 30.97	16 S Сера 32.06
19 K Калий 39.098	20 Ca Кальций 40.078	21 Sc Иттрий 44.956	22 Ti Титан 47.867	23 V Ванадий 50.942	24 Cr Хром 51.996	25 Mn Марганец 54.938	26 Fe Железо 55.845
37 Rb Рубидий 85.468	38 Sr Стронций 87.62	39 Y Иттрий 88.906	40 Zr Цирконий 91.224	41 Nb Ниобий 92.906	42 Mo Молибден 95.95	43 Tc Технеций [97]	44 Ru Рутений 101.07
55 Cs Цезий 132.91	56 Ba Барий 137.33	57 — 71 La — Lu Лантаноиды	72 Hf Гафний 178.49	73 Ta Тантал 180.95	74 W Вольфрам 183.84	75 Re Рений 186.21	76 Os Осмий 190.23
87 Fr Франций [223]	88 Ra Радий [226]	89 — 103 Ac — Lu Актиниды	104 Rf Рифмодорий [267]	105 Db Дубний [268]	106 Sg Селендий [269]	107 Bh Берорий [270]	108 Hs Хасий [269]
113 Nh Нихоний [286]	114 Fl Флеровий [290]	115 Mc Масковий [290]	116 Lv Ливерморий [293]	117 Ts Теннессей [294]	118 Og Оганесон [294]	119 Uu Унунвений [295]	120 Uub Унундвений [296]
121 Uut Унунтрий [297]	122 Uub Унунквадий [298]	123 Uut Унунпентий [299]	124 Uub Унунгексий [300]	125 Uut Унунсептий [301]	126 Uub Унунвосьмий [302]	127 Uut Унундеций [303]	128 Uub Унундвений [304]
129 Uut Унунтрий [305]	130 Uub Унунквадий [306]	131 Uut Унунпентий [307]	132 Uub Унунгексий [308]	133 Uut Унунсептий [309]	134 Uub Унунвосьмий [310]	135 Uut Унундеций [311]	136 Uub Унундвений [312]
137 Uhs Унунхептий [313]	138 Uhb Унунгексий [314]	139 Uut Унунпентий [315]	140 Uub Унунгексий [316]	141 Uut Унунсептий [317]	142 Uub Унунвосьмий [318]	143 Uut Унундеций [319]	144 Uub Унундвений [320]
145 Uhs Унунхептий [321]	146 Uhb Унунгексий [322]	147 Uut Унунпентий [323]	148 Uub Унунгексий [324]	149 Uut Унунсептий [325]	150 Uub Унунвосьмий [326]	151 Uut Унундеций [327]	152 Uub Унундвений [328]
153 Uhs Унунхептий [329]	154 Uhb Унунгексий [330]	155 Uut Унунпентий [331]	156 Uub Унунгексий [332]	157 Uut Унунсептий [333]	158 Uub Унунвосьмий [334]	159 Uut Унундеций [335]	160 Uub Унундвений [336]
161 Uhs Унунхептий [337]	162 Uhb Унунгексий [338]	163 Uut Унунпентий [339]	164 Uub Унунгексий [340]	165 Uut Унунсептий [341]	166 Uub Унунвосьмий [342]	167 Uut Унундеций [343]	168 Uub Унундвений [344]
169 Uhs Унунхептий [345]	170 Uhb Унунгексий [346]	171 Uut Унунпентий [347]	172 Uub Унунгексий [348]	173 Uut Унунсептий [349]	174 Uub Унунвосьмий [350]	175 Uut Унундеций [351]	176 Uub Унундвений [352]
177 Uhs Унунхептий [353]	178 Uhb Унунгексий [354]	179 Uut Унунпентий [355]	180 Uub Унунгексий [356]	181 Uut Унунсептий [357]	182 Uub Унунвосьмий [358]	183 Uut Унундеций [359]	184 Uub Унундвений [360]
185 Uhs Унунхептий [361]	186 Uhb Унунгексий [362]	187 Uut Унунпентий [363]	188 Uub Унунгексий [364]	189 Uut Унунсептий [365]	190 Uub Унунвосьмий [366]	191 Uut Унундеций [367]	192 Uub Унундвений [368]
193 Uhs Унунхептий [369]	194 Uhb Унунгексий [370]	195 Uut Унунпентий [371]	196 Uub Унунгексий [372]	197 Uut Унунсептий [373]	198 Uub Унунвосьмий [374]	199 Uut Унундеций [375]	200 Uub Унундвений [376]
201 Uhs Унунхептий [377]	202 Uhb Унунгексий [378]	203 Uut Унунпентий [379]	204 Uub Унунгексий [380]	205 Uut Унунсептий [381]	206 Uub Унунвосьмий [382]	207 Uut Унундеций [383]	208 Uub Унундвений [384]
209 Uhs Унунхептий [385]	210 Uhb Унунгексий [386]	211 Uut Унунпентий [387]	212 Uub Унунгексий [388]	213 Uut Унунсептий [389]	214 Uub Унунвосьмий [390]	215 Uut Унундеций [391]	216 Uub Унундвений [392]
217 Uhs Унунхептий [393]	218 Uhb Унунгексий [394]	219 Uut Унунпентий [395]	220 Uub Унунгексий [396]	221 Uut Унунсептий [397]	222 Uub Унунвосьмий [398]	223 Uut Унундеций [399]	224 Uub Унундвений [400]
225 Uhs Унунхептий [401]	226 Uhb Унунгексий [402]	227 Uut Унунпентий [403]	228 Uub Унунгексий [404]	229 Uut Унунсептий [405]	230 Uub Унунвосьмий [406]	231 Uut Унундеций [407]	232 Uub Унундвений [408]
233 Uhs Унунхептий [409]	234 Uhb Унунгексий [410]	235 Uut Унунпентий [411]	236 Uub Унунгексий [412]	237 Uut Унунсептий [413]	238 Uub Унунвосьмий [414]	239 Uut Унундеций [415]	240 Uub Унундвений [416]
241 Uhs Унунхептий [417]	242 Uhb Унунгексий [418]	243 Uut Унунпентий [419]	244 Uub Унунгексий [420]	245 Uut Унунсептий [421]	246 Uub Унунвосьмий [422]	247 Uut Унундеций [423]	248 Uub Унундвений [424]
249 Uhs Унунхептий [425]	250 Uhb Унунгексий [426]	251 Uut Унунпентий [427]	252 Uub Унунгексий [428]	253 Uut Унунсептий [429]	254 Uub Унунвосьмий [430]	255 Uut Унундеций [431]	256 Uub Унундвений [432]
257 Uhs Унунхептий [433]	258 Uhb Унунгексий [434]	259 Uut Унунпентий [435]	260 Uub Унунгексий [436]	261 Uut Унунсептий [437]	262 Uub Унунвосьмий [438]	263 Uut Унундеций [439]	264 Uub Унундвений [440]
265 Uhs Унунхептий [441]	266 Uhb Унунгексий [442]	267 Uut Унунпентий [443]	268 Uub Унунгексий [444]	269 Uut Унунсептий [445]	270 Uub Унунвосьмий [446]	271 Uut Унундеций [447]	272 Uub Унундвений [448]
273 Uhs Унунхептий [449]	274 Uhb Унунгексий [450]	275 Uut Унунпентий [451]	276 Uub Унунгексий [452]	277 Uut Унунсептий [453]	278 Uub Унунвосьмий [454]	279 Uut Унундеций [455]	280 Uub Унундвений [456]
281 Uhs Унунхептий [457]	282 Uhb Унунгексий [458]	283 Uut Унунпентий [459]	284 Uub Унунгексий [460]	285 Uut Унунсептий [461]	286 Uub Унунвосьмий [462]	287 Uut Унундеций [463]	288 Uub Унундвений [464]
289 Uhs Унунхептий [465]	290 Uhb Унунгексий [466]	291 Uut Унунпентий [467]	292 Uub Унунгексий [468]	293 Uut Унунсептий [469]	294 Uub Унунвосьмий [470]	295 Uut Унундеций [471]	296 Uub Унундвений [472]
297 Uhs Унунхептий [473]	298 Uhb Унунгексий [474]	299 Uut Унунпентий [475]	300 Uub Унунгексий [476]	301 Uut Унунсептий [477]	302 Uub Унунвосьмий [478]	303 Uut Унундеций [479]	304 Uub Унундвений [480]
305 Uhs Унунхептий [481]	306 Uhb Унунгексий [482]	307 Uut Унунпентий [483]	308 Uub Унунгексий [484]	309 Uut Унунсептий [485]	310 Uub Унунвосьмий [486]	311 Uut Унундеций [487]	312 Uub Унундвений [488]
313 Uhs Унунхептий [489]	314 Uhb Унунгексий [490]	315 Uut Унунпентий [491]	316 Uub Унунгексий [492]	317 Uut Унунсептий [493]	318 Uub Унунвосьмий [494]	319 Uut Унундеций [495]	320 Uub Унундвений [496]
321 Uhs Унунхептий [497]	322 Uhb Унунгексий [498]	323 Uut Унунпентий [499]	324 Uub Унунгексий [500]	325 Uut Унунсептий [501]	326 Uub Унунвосьмий [502]	327 Uut Унундеций [503]	328 Uub Унундвений [504]
329 Uhs Унунхептий [505]	330 Uhb Унунгексий [506]	331 Uut Унунпентий [507]	332 Uub Унунгексий [508]	333 Uut Унунсептий [509]	334 Uub Унунвосьмий [510]	335 Uut Унундеций [511]	336 Uub Унундвений [512]
337 Uhs Унунхептий [513]	338 Uhb Унунгексий [514]	339 Uut Унунпентий [515]	340 Uub Унунгексий [516]	341 Uut Унунсептий [517]	342 Uub Унунвосьмий [518]	343 Uut Унундеций [519]	344 Uub Унундвений [520]
345 Uhs Унунхептий [521]	346 Uhb Унунгексий [522]	347 Uut Унунпентий [523]	348 Uub Унунгексий [524]	349 Uut Унунсептий [525]	350 Uub Унунвосьмий [526]	351 Uut Унундеций [527]	352 Uub Унундвений [528]
353 Uhs Унунхептий [529]	354 Uhb Унунгексий [530]	355 Uut Унунпентий [531]	356 Uub Унунгексий [532]	357 Uut Унунсептий [533]	358 Uub Унунвосьмий [534]	359 Uut Унундеций [535]	360 Uub Унундвений [536]
361 Uhs Унунхептий [537]	362 Uhb Унунгексий [538]	363 Uut Унунпентий [539]	364 Uub Унунгексий [540]	365 Uut Унунсептий [541]	366 Uub Унунвосьмий [542]	367 Uut Унундеций [543]	368 Uub Унундвений [544]
369 Uhs Унунхептий [545]	370 Uhb Унунгексий [546]	371 Uut Унунпентий [547]	372 Uub Унунгексий [548]	373 Uut Унунсептий [549]	374 Uub Унунвосьмий [550]	375 Uut Унундеций [551]	376 Uub Унундвений [552]
377 Uhs Унунхептий [553]	378 Uhb Унунгексий [554]	379 Uut Унунпентий [555]	380 Uub Унунгексий [556]	381 Uut Унунсептий [557]	382 Uub Унунвосьмий [558]	383 Uut Унундеций [559]	384 Uub Унундвений [560]
385 Uhs Унунхептий [561]	386 Uhb Унунгексий [562]	387 Uut Унунпентий [563]	388 Uub Унунгексий [564]	389 Uut Унунсептий [565]	390 Uub Унунвосьмий [566]	391 Uut Унундеций [567]	392 Uub Унундвений [568]
393 Uhs Унунхептий [569]	394 Uhb Унунгексий [570]	395 Uut Унунпентий [571]	396 Uub Унунгексий [572]	397 Uut Унунсептий [573]	398 Uub Унунвосьмий [574]	399 Uut Унундеций [575]	400 Uub Унундвений [576]
401 Uhs Унунхептий [577]	402 Uhb Унунгексий [578]	403 Uut Унунпентий [579]	404 Uub Унунгексий [580]	405 Uut Унунсептий [581]	406 Uub Унунвосьмий [582]	407 Uut Унундеций [583]	408 Uub Унундвений [584]
409 Uhs Унунхептий [585]	410 Uhb Унунгексий [586]	411 Uut Унунпентий [587]	412 Uub Унунгексий [588]	413 Uut Унунсептий [589]	414 Uub Унунвосьмий [590]	415 Uut Унундеций [591]	416 Uub Унундвений [592]
417 Uhs Унунхептий [593]	418 Uhb Унунгексий [594]	419 Uut Унунпентий [595]	420 Uub Унунгексий [596]	421 Uut Унунсептий [597]	422 Uub Унунвосьмий [598]	423 Uut Унундеций [599]	424 Uub Унундвений [600]
425 Uhs Унунхептий [601]	426 Uhb Унунгексий [602]	427 Uut Унунпентий [603]	428 Uub Унунгексий [604]	429 Uut Унунсептий [605]	430 Uub Унунвосьмий [606]	431 Uut Унундеций [607]	432 Uub Унундвений [608]
433 Uhs Унунхептий [609]	434 Uhb Унунгексий [610]	435 Uut Унунпентий [611]	436 Uub Унунгексий [612]	437 Uut Унунсептий [613]	438 Uub Унунвосьмий [614]	439 Uut Унундеций [615]	440 Uub Унундвений [616]
441 Uhs Унунхептий [617]	442 Uhb Унунгексий [618]	443 Uut Унунпентий [619]	444 Uub Унунгексий [620]	445 Uut Унунсептий [621]	446 Uub Унунвосьмий [622]	447 Uut Унундеций [623]	448 Uub Унундвений [624]
449 Uhs Унунхептий [625]	450 Uhb Унунгексий [626]	451 Uut Унунпентий [627]	452 Uub Унунгексий [628]	453 Uut Унунсептий [629]	454 Uub Унунвосьмий [630]	455 Uut Унундеций [631]	456 Uub Унундвений [632]
457 Uhs Унунхептий [633]	458 						



Сириус
Образовательный центр

СБОРНИК ЗАДАЧ

УЧАЩИХСЯ
XIV И XV ХИМИЧЕСКИХ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ



УДК 54.374

ББК 24

Д754

СОСТАВИТЕЛИ

Б. К. Курамшин, Г. М. Жомин

РЕДАКТОРЫ

доцент А. А. Дроздов, профессор В. В. Еремин

ВЁРСТКА

Д. С. Ратников

Благодарность за помощь

В. А. Миронову, Т. Я. Ахмедову

АВТОРЫ ЗАДАЧ

А. Пасечник
А. Метелицын
И. Гришечкин
Л. Шакирова
А. Авдонин
Э. Багиров
Н. Белов
В. Зубарева
А. Филин

И. Салихов
В. Иванчак
Ф. Казаков
В. Корсаков
М. Краморенко
А. Аралбаев
А. Вараксин
А. Владимиров
К. Воропаев

С. Габдрахманова
Р. Гизатуллина
К. Ильин
М. Туров
В. Руренко
В. Еремейчик
Р. Стругов
Р. Халиуллина

Сборник задач учащихся XIV и XV Химических образовательных программ /
Б. К. Курамшин. ред. В. В. Ерёмин, А. А. Дроздов, — Сириус: 2025. — 78 с.

Представленный сборник задач ежегодно выходит в Образовательном центре «Сириус». Он адресован учащимся, готовящимся к региональному и заключительному этапам ВСОШ, а также учителям, преподавателям региональных центров, работающим по модели Сириуса.

© Ерёмин В.В., Дроздов А.А., Курамшин Б.К., Жомин Г. М., 2025

© Оформление. Сириус 2025

ДОРОГОЙ ДРУГ!

Твоему вниманию представляется сборник задач, составленных твоими сверстниками — участниками XIV и XV Химических смен Сириуса. Среди авторов задач есть как восьмиклассники, только начинающие свой олимпиадный путь, так и более опытные ученики девярых и десятых классов, поэтому тематика и уровень задач в сборнике — самые разные. Искренне советуем тебе использовать этот сборник как способ тренироваться в решении интересных и сложных задач, изучать химию, а также как источник вдохновения для составления собственных задач.

Нам очень приятно, что с каждым годом ученики отправляют нам всё больше и больше задач для этого сборника. Ведь составительское творчество — крайне оригинальный и увлекательный способ узнать что-то новое, будь то тема из химического учебника или даже определённая научная работа. Может быть, в следующих сборниках мы увидим и твою задачу тоже!

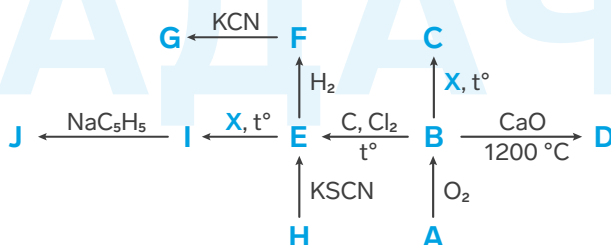
Желаем тебе успехов в решении публикуемых задач и творческого вдохновения при написании своих собственных.

Оглавление

ЗАДАЧИ	6
Золотистое вещество А.....	6
Взрывная задача.....	6
Реакция «Каждый фазан сидит»	7
Дискредитированный полианит.....	7
Живописная химическая музыка.....	8
Незаконопослушный сплав.....	11
Благородная задача.....	12
В недрах тундры... ..	13
Газ кометы Борисова.....	14
Элемент Х.....	15
Опыт времен алхимии	17
Судебная экспертиза.....	17
Совпадение? Не думаю	18
Осадки щелочных металлов	19
Три бесцветных газа	21
Не только сэндвичи	22
Удивительные кольца.....	24
Ещё жарче.....	25
Сложно, но можно!	27
Угадайка с фторидом криптона.....	28
Задача про сюр	29
Двойная радуга	32
Цепочки и кроссворды	33
Доставайте ваши калькуляторы.....	35
Просто добавь HNO_3 ,	38
или классическая задача по неорганической химии	
Минеральный Х.....	39
Катализатор для метатезиса.....	42
Не срослось.....	43

ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ.....	45
Золотистое вещество А	45
Взрывная задача.....	45
Реакция «Каждый фазан сидит»	45
Дискредитированный полианит.....	46
Живописная химическая музыка.....	46
Незаконопослушный сплав.....	48
Благородная задача	50
В недрах тундры... ..	52
Газ кометы Борисова.....	54
Элемент X.....	54
Опыт времен алхимии	55
Судебная экспертиза.....	56
Совпадение? Не думаю	56
Осадки щелочных металлов	57
Три бесцветных газа	59
Не только сэндвичи	60
Удивительные кольца	61
Ещё жарче.....	62
Сложно, но можно!	63
Угадайка с фторидом криптона	64
Задача про сюр	65
Двойная радуга	66
Цепочки и кроссворды	68
Доставайте ваши калькуляторы	70
Просто добавь HNO_3 ,	72
или классическая задача по неорганической химии	
Минеральный X.....	73
Катализатор для метатезиса.....	75
Не спростось.....	76

Золотистое вещество А



В веществах **A – J** содержится металл **X**.

Бинарное соединение **A**, содержащее 77,37% металла **X**, нередко используют для получения «золотистого» покрытия куполов церквей.

B – белый, желтеет при нагревании.

E – на влажном воздухе «дымит».

В веществе **I** $w(\text{X}) = 26,89\%$.

Степень окисления **X** в веществе **E** в 2 раза больше, чем в веществе **J**.

Соединения **F** и **C** имеют фиолетовую окраску.

1. Назовите вещества **A – J** и металл **X**.
2. Напишите тривиальное название соединения **D**.

Взрывная задача

При взаимодействии водного раствора вещества **A** с веществом **B** образуется чёрный взрывчатый осадок вещества **C** (реакция 1), состоящий из трёх элементов (массовая доля элемента **X** равна 6,80%), а также хорошо растворимая соль **E**, состоящая из тех же самых элементов, что и **C** (массовая доля элемента **X** равна 9,66%). Вещество **C** разлагается при небольшом нагревании или от прикосновения к нему. При разложении вещества **C** образуется простое вещество **B**, в газообразном состоянии представляющее собой фиолетовые пары; простое газообразное

вещество **D**, которое входит в состав воздуха и состоит из элемента **X**; соль **E** (реакция 2). Вещество **A** и его водный раствор имеют резкий неприятный запах, а также водный раствор **A** используется в медицине; спиртовой раствор вещества **B** имеет буро-коричневый цвет и также применяется в медицине. Определите вещества **A – E**, элемент **X**, напишите уравнения приведённых выше реакций.

Реакция «Каждый фазан сидит»

Вещество **X** придаёт стеклянной массе синюю окраску, поэтому применяется для производства синего и голубого декоративного стекла, а также используется в метеорологии для определения влажности воздуха, так как на воздухе **X** превращается в вещество **X₁**, имеющее розовато-красную окраску (реакция 1). **X** можно получить из **X₁** реакцией с тионилхлоридом (реакция 2). При обработке **X** водным раствором гидроксида натрия выпадает синий осадок **X₂** (реакция 3). Металл **A**, входящий в состав **X**, можно получить, если опустить в раствор вещества **X** алюминиевую фольгу (реакция 4). Металлический **A** при нагревании реагирует с разбавленной серной кислотой с образованием соединения **X₃** (реакция 5), которое при совместной кристаллизации из раствора с сульфатом калия (реакция 6) даёт вещество **X₄** с массовой долей кислорода 51.26%. При высоком давлении и температуре около 130 °С **A** взаимодействует с угарным газом с образованием соединения **X₅** (реакция 7) с массовой долей углерода 28.07%.

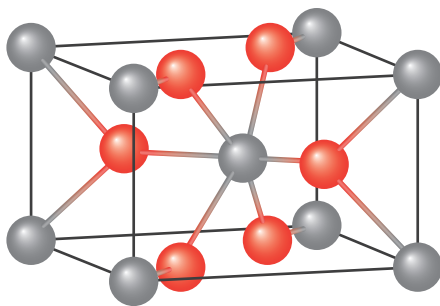
1. Дайте название **X**, **X₁ – X₅** и металлу **A**.
2. Напишите уравнения реакций 1–7.

Дискредитированный полианит

Минерал **A** с формулой XY_n кристаллизуется в структурном типе рутила, образуя кристаллическую решётку с тетрагональной сингонией. Элементарная ячейка (см. рисунок) данного минерала имеет параметры $a = b = 4.471 \text{ \AA}$, $c = 2.8745 \text{ \AA}$. Плотность минерала — 5.026 г/см^3 .

1. Определите n в формуле минерала и рассчитайте его молярную массу.

Известно, что массовая доля одного из элементов, образующих минерал, в 1.717 раз больше массовой доли другого.



2. Установите состав минерала **A** и приведите его тривиальное название. Ответ подтвердите расчётом.

В 1774 году шведский химик Карл Шееле проводил реакцию между веществом **A** и соляной кислотой, результатом которой было выделение газа **B** (реакция 1). Также данный минерал нашёл своё применение в качестве катализатора: например, в разложении пероксида водорода (реакция 2) и хлората калия (реакция 3). При прокаливании минерала **A** при температуре 530–585 °С происходит его разложение (реакция 4) на бесцветный газ **C** и твёрдое вещество **D** с плотностью 5.03 г/см³ и элементарной ячейкой кубического типа (параметр $a = 9.41 \text{ \AA}$, число формульных единиц $Z = 16$).

3. Напишите уравнения реакций 1–4, установите формулы веществ **B**, **C** и **D**. Состав вещества **D** подтвердите расчётом.

Живописная химическая музыка

Есть много названий музыки, в которых упоминаются химические элементы или вещества, например, песня Э. Хуснутдинова и О. Сердюкова, в названии которой есть туман из элемента **X** 4 группы. Простое вещество, образованное элементом **X**, используется в разных сферах, например, его используют при изготовлении пуль. При смешивании раствора нитрата **X** (X_1) с раствором иодида калия происходит реакция, в названии которой спрятан элемент **Y** (реакция 1), с образованием осадка X_1 . Если же раствор X_1 смешать с недостатком раствора гидроксида

калия, то образуется осадок (*реакция 2*), растворимый в избытке раствора уже упомянутой щёлочи (*реакция 3*), но нерастворимый в избытке аммиака. Кстати, краску из элемента **X** долго использовали в живописи и называли белила (**X₃**, $w(\text{X}) = 80.1\%$). Эта краска медленно реагирует с сероводородом воздуха, что вызывает потемнение картин в связи с образованием **X₄** (*реакция 4*). Однако эти картины легко восстанавливают пероксидом водорода, в реакции образуется **X₅** белого цвета (*реакция 5*).

1. Напишите элементы **X** и **Y**, вещества **X₁ – X₅** и уравнения *реакций 1–5*. Дайте тривиальное название краске **X₃** и *реакции 1*. Дополнительно известно, что **X₃** представляет собой смесь двух веществ с мольным соотношением 2:1. Формулу **X₃** подтвердите расчётом.

2. Какие ещё элементы образуют свои “именные” пигменты? Напишите 2–3 тривиальных и номенклатурных названия и формулы этих красок.

Также песню с химическим элементом **Z** спел Максим Слобода в сериале «Гоголь». Элемент **Z** умеет образовывать жидкие сплавы с металлами и именно таким способом наносят **Y** для украшения чего-либо. Также соединения **Z** используют для украшения, несмотря на токсичность некоторых его производных. А минерал **Z₁**, состоящий из индивидуального вещества, используют для иконописи. При нагревании его на воздухе образуются **Z** и газ с неприятным запахом **A** (*реакция 6*). Последний используется в синтезе серной кислоты, где сначала переводится в вещество **B** (*реакция 7*), которое впоследствии растворяют в воде.

3. Напишите элемент **Z**, общее название сплавов **Z** с металлами, а также номенклатурные названия веществ **Z₁** (дополнительно укажите название минерала), **A**, **B**. Запишите уравнения *реакций 6 и 7*, укажите условия их протекания. Как называется данный способ получения серной кислоты?

4. Какие ещё элементы образуют простые вещества, жидкие вблизи комнатной температуры? Приведите два примера.

Существует англоязычная группа, название которой является словосочетанием, имеющим значение «сдача». Это сленговое слово содержит название металла **H**, который входит в состав пятицентовой монеты США. Реакция сульфата **H₁** с раствором аммиака (*реакция 8*) с образованием **H₂** является первой стадией в синтезе комплексной соли **H₃**. Вторая стадия — это взаимодействие **H₂** с иодидом калия с получением осадка **H₃** (*реакция 9*). Если **H₃** отделить и нагреть, он сначала изменит цвет на зелёный с образованием **H₄** (*реакция 10*), а затем побуреет с образованием **H₅** (*реакция 11*).

5. Напишите элемент **H**, формулы и названия **H₁ – H₅**, реакции 8–11.

В завершение расскажу об ещё одном веществе — **D₁**. В его состав входит элемент **D**, из которого раньше делали игрушечных воинов. В вещество **D₁** входят **J** (29.6%), **E** (13.0%) и **D** (27.6%) (все содержания указаны в массовых процентах). Также существует пигмент **D₂**, который называется «Мозаичное **Y**». При нагревании он разлагается на вещество-палиндром **D₃**, которое имеет тот же качественный, но разный количественный состав с веществом **D₂**. Также в этой реакции образуется простое вещество. Вещество **D₄** является основным минералом, содержащим элемент **D**. Чтобы получить простое вещество элемента **D** из **D₄**, последнее спекают с углём. **D** реагирует с концентрированной соляной кислотой, причём результат зависит от модификации **D**. Если вещество **D₄** растворить в нагретом растворе гидроксида калия, получится вещество **D₅**.

6. Определите элемент **D** и напишите названия модификаций его простого вещества, определите соединения **D₁ – D₅**, напишите уравнения реакции, укажите степень окисления **D**.

7. Как называется переход **D** из первой модификации во вторую?

Незаконопослушный сплав

*«Другие картины блекнут со временем,
а мозаика с годами сверкает всё больше»
Вазари*

Сплав **X** состоит из двух металлов **A** и **B**. В 2011 году за изучение особых свойств сплава **X** Дан Шехтман получил Нобелевскую премию в области химии. Необычное строение **X** приводит к целому набору необычных свойств: например, при низких температурах электрическое сопротивление в сплаве аномально велико, и с ростом температуры оно снижается. Некоторые учёные даже считают, что структура этого сплава нарушает законы природы.

Металл **A** встречается в природе в виде оксидного минерала **Y** чёрного цвета с металлическим блеском, обладающего полупроводниковыми и пьезоэлектрическими свойствами. При сплавлении **Y** с едким кали и калийной селитрой образуется вещество **C** зелёного цвета (*реакция 1*). При пропускании газообразного хлора через раствор **C** образуется вещество **D**, которое является сильным окислителем (*реакция 2*).

Несмотря на мягкость и легкоплавкость, металл **B** образует один из самых твёрдых минералов на Земле – оксид **E** (твёрдость по шкале Мооса – 9).

При спекании смеси карбоната стронция с **E** при температуре около 1500 °С получается соль **F** (*реакция 3*), в которой массовая доля стронция 42,61%, а металла **B** – 26,26%. При активировании этой соли ионами европия она приобретает необычные оптические свойства.

Для анализа состава сплава взяли 10,845 г сплава **X** и растворили в избытке концентрированной щёлочи (*реакция 4*). При этом выделилось 10,08 л газа **K** (при н.у.).

1. Определите вещества **A** – **F**. Какие названия у минералов **Y** и **E**?
2. Определите формулу сплава **X** и газа **K**.

3. Напишите уравнения реакций 1–4.
4. Как называется класс веществ, первым исследованным представителем которых является сплав **X**?
5. Какое необычное свойство приобретает соль **F** в результате её активирования ионами европия? Как называется класс веществ, который обладает таким свойством?

Благородная задача

Месторождения металла **Z** в основном находятся в ЮАР, США, РФ, Зимбабве и Китае. Для добычи металла породу привозят на металлургический завод и после определённой обработки с целью очищения материала воздействуют на неё царской водкой, вследствие чего образуется оранжево-жёлтый раствор (в одном из соединений $\omega(\mathbf{Z}) = 47.56\%$) (реакции 1, 2, 3), который перед дальнейшим использованием отфильтровали от нерастворимых примесей. При последующем добавлении раствора соединения **F**, в XVII веке носящего название «зелёный витриол», выпадает золотистый осадок **C** (реакция 4). Раствор сильно нагревают, после чего при добавлении избытка нашатыря образуются светло-жёлтые кристаллы-осадок ($\omega(\mathbf{Z}) = 43.92\%$) (реакция 5), который отделяют от основного раствора и который при дальнейшем прокаливании образует чёрный порошок **Z** (реакция 6). Оставшийся раствор подвергают мощному охлаждению, в результате чего выпадают красно-коричневые кристаллы (реакция 7), которые также прокаливают, получая металл **B** (реакция 8).

Примечания: принять, что в образце породы были только металлы **Z**, **B**, **C**, **D**, **E**, **G**, **H**.

Задание:

1. Определите соединение **F**.
2. Напишите уравнения реакций, определите неизвестные металлы **Z**, **B** и **C**.
3. При фильтрации раствора после прохождения первых трёх реакций обнаружили осадок, в котором путём исследования определили металлы **D**, **E**, **G** и **H**. Определите данные металлы.

D – является металлом, который обнаруживается в составе живых организмов. Концентрируется в основном в мышечной ткани. Высший оксид **D** ($\omega(\text{D}) = 61.21\%$) крайне ядовит и, будучи сильным окислителем, может вызвать возгорание пожароопасных веществ. Напишите уравнение реакции высшего оксида **D** с разбавленной соляной кислотой (реакция 9).

E – металл, обладающий самой высокой плотностью, имеющий неприятно пахнущий токсичный оксид ($\omega(\text{E}) = 74.8\%$).

G – металл, отличающийся соединениями с различными яркими окрасками, в земных породах встречается крайне редко, поэтому высокая концентрация **G** в образцах породы является индикатором космического происхождения последних.

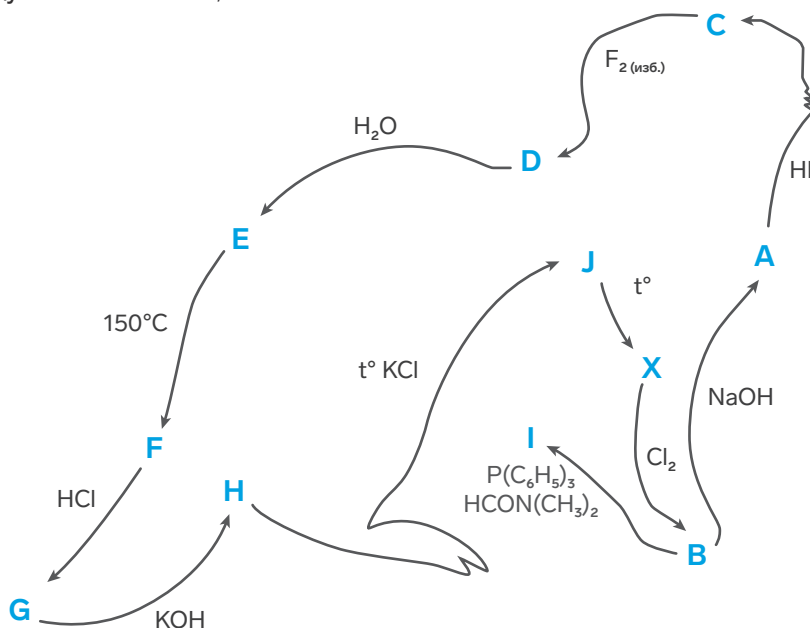
H – металл, отличается тёмно-красными оттенками своих соединений. Благодаря высокой стойкости к электроэрозии **H** и его сплавы применяются в качестве материала для контактов: герконы, разъёмы, скользящие контакты. Также для получения износостойкой и коррозионноустойчивой поверхностной плёнки осаждается на металлы гальваническим способом.

В недрах тундры...

Элемент **X**, образующий простое вещество **X**, обладает рядом интересных свойств. Соли этого элемента имеют большое разнообразие окраски от жёлтого и тёмно-красного до чёрного, что послужило причиной появления его названия. Кроме того, вещество **X**, как и его соседи в таблице Менделеева, обладает большой инертностью к кислотам и одной из самых высоких плотностей среди всех простых веществ.

Для элемента **X** получено множество комплексов, и одним из самых известных является соединение **I** (массовая доля **X** составляет 24.64%, массовая доля кислорода равна 2.05%), имеющее интересную способность к обратимому связыванию кислорода. Соединения **A** и **F**, как и **H** и **J**, имеют одинаковый качественный состав, а массовая доля

кислорода в **E** равна 28,75%. В реакции **C** – **D** есть промежуточный продукт с той же с.о., что и в **A**.



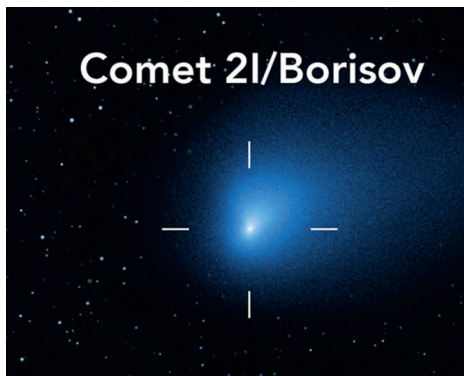
1. Запишите формулы веществ **A** – **I** и элемента **X**. Расшифруйте цепочку превращений и запишите уравнения реакций. Реакцию получения **I** не пишите. Какое тривиальное название имеет **I**?
2. Комплекс **I** способен реагировать с S_4N_4 , при этом в реакции образуется только вещество **K**, где S_4N_4 выступает как тридентатный лиганд и трифенилфосфин. Изобразите структуру **K** и рассчитайте магнитный момент для соединения **I** (в **I** все лиганды монодентатные). Является ли **I** низкоспиновым или высокоспиновым?

Газ кометы Борисова

В 2019 году Международная команда астрономов обнаружила интересный газ **X** на первой межзвёздной комете Борисова. Этот газ был найден при изучении спектров выбрасываемых с поверхности кометы газа и пыли.

Газ **X** ($\rho = 2.32$ г/л при 0°C , 760 мм рт. ст.) – бесцветный крайне токсичный и огнеопасный газ с резким неприятным запахом, состоящий из атомов двух элементов.

По своим химическим свойствам этот газ имеет некоторое сходство с галогенами. Подобно им, он реагирует с гидроксидом калия, образуя воду и смесь двух солей: **A** и **B** (реакция 1), при этом известно, что молярная масса **B** больше, чем у **A**. На воздухе газ **X** горит светло-фиолетовым пламенем (реакция 2), образуя смесь двух газов **C** и **D**, средняя плотность которой равна 1.72 г/л при нормальных условиях. При пропускании газа **C** через раствор гашёной извести выпадает осадок (реакция 3). Газ **X** в промышленных условиях можно получить взаимодействием простых веществ **E** и **D** под действием электрического разряда (реакция 4). В лабораторных условиях этот газ можно получить взаимодействием сульфата меди с солью **A** (реакция 5), при этом известно, что медь меняет свою степень окисления.



Задания:

1. Установите формулу газа **X**, зарисуйте его структурную формулу. Приведите хотя бы одно из названий этого газа.
2. Запишите формулы соединений: **A** – **E**.
3. Запишите уравнения описанных выше реакций 1–5.
4. Объясните, чем обусловлено токсическое действие соли **A** на организм.

Элемент X

X – элемент, который был открыт дважды. Сначала его обнаружили как примесь к свинцовой руде, но не признали открытия, решив, что **X** – сплав железа с хромом. Во второй раз соединения **X** были выделены

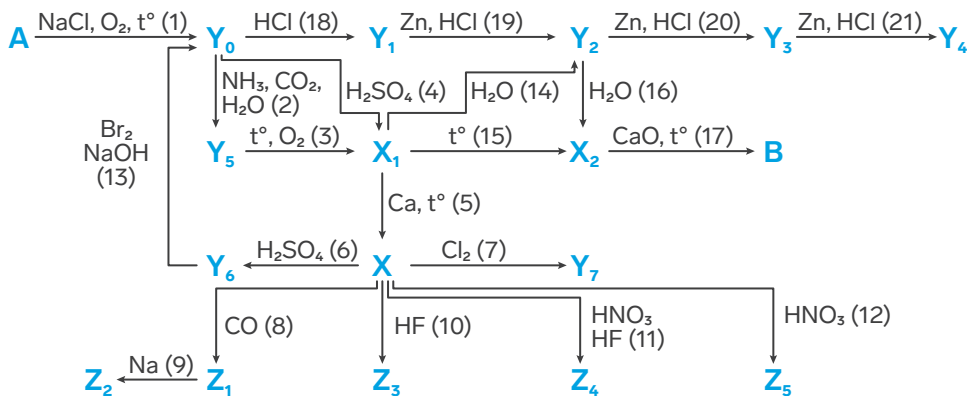
из отходов производства железа. **X** назвали в честь скандинавской богини красоты и любви. **X** — тугоплавкий, твёрдый, химически стойкий металл. Именно его инертность обеспечила ему его широкое применение в различных сплавах, призванных работать в агрессивных средах.

На схеме ниже буквами (иногда с индексами) обозначены вещества, а уравнения реакций даны в скобках: (1) – (21).

Красота химии **X** заключается в изменении окраски его соединений при их восстановлении. Например, если взять бесцветный раствор вещества **Y₀**, содержащего в своём составе **X**, и сначала подкислить его соляной кислотой, то раствор станет жёлто-оранжевым (реакции 18). Если далее полученный раствор восстанавливать цинком в среде соляной кислоты, то раствор сначала окрасится в синий (реакции 19), затем станет зелёным (реакции 20), а под конец приобретёт фиолетовый цвет (реакции 21). Из-за этой особенности **X** иногда называли панхромом, то есть многоцветным.

Итак, вам предстоит расшифровать следующую цепочку превращений. Учтите, что в соединении **Z₂** массовая доля **X** равна 0.2107, в веществе **B** массовая доля кислорода — 0.3672, а соединение **A** представляет собой смешанный оксид железа и **X**.

Расшифруйте все представленные вещества и запишите уравнения реакций (1) – (21).



Опыт времен алхимии

*«Нет, я не напрасно заговорил о монахах,
и я рад, что моё сравнение логично»*

А. И. Куприн

Элемент **X**, созвучный с «картавым» названием вещества **A**, известен людям с древних времен, имеет три аллотропные модификации: жёлтую, чёрную и серую. **X** активно использовали в качестве лечебных и косметических препаратов. Самый известный минерал элемента **X** – антимонит (вещество **B**), массовая доля одного из элементов в этом бинарном соединении составляет 28.23%.

Мелкораздробленный **B** при нагревании может гореть на воздухе, образуя при этом соединение **C**, содержащее разные степени окисления **X**. Простое вещество **D**, образованное элементом **X**, можно окислить кислородом при 400 °С в соединение **E**, которое реагирует с азотной кислотой, образуя вещество **F**. Вещество **F** подвергают действию высокой температуры, получая при этом бинарное вещество **G**. В реакции **G** с разбавленной соляной кислотой образуется новая кислота **H**, а при взаимодействии с концентрированной соляной кислотой происходит образование соли **I** и газа **J** с относительной плотностью по гелию 17.75.

1. Укажите элемент **X**, вещества **A – J**.
2. Напишите уравнение реакции **B** с концентрированной азотной кислотой.

Судебная экспертиза

Элемент **X** в основном встречается в природе в виде двух минералов **A** ($\omega(\text{X}) = 60.98\%$) и **B** ($\omega(\text{X}) = 70.09\%$), имеющих одинаковый качественный состав. При сжигании этих минералов (реакции 1, 2) выделяется газ с плотностью по азоту 2.29.

Поскольку соединения **X** крайне токсичны, их часто использовали в качестве ядов (наибольшее распространение среди отравителей получил **B** – оксид **X**, в котором степень окисления **X** та же, что и в **A**). До XVIII века судебной экспертизе было достаточно тяжело определить наличие **B** в пробе.

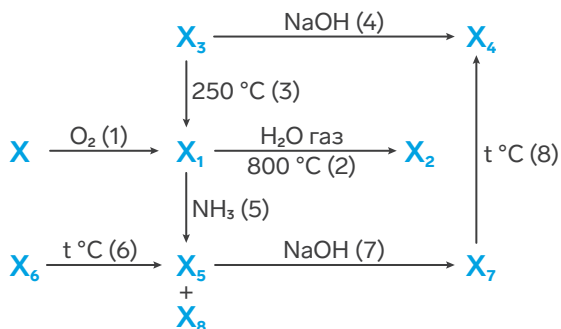
В 1836 году английский химик Дж. Марш предложил способ проверки проб на содержание **B**. Для этого к исследуемому образцу приливают соляную кислоту и добавляют кусочек металлического цинка, после чего (в случае наличия **B** в пробе) образуется газ **Г** (реакция 3), который затем пропускают через нагретую стеклянную трубку, на стенках которой образуется слой **X** (реакция 4).

Задания:

1. Установите формулы соединений **X**, **A** – **Г**. Составы **A** и **B** подтвердите расчётом. Напишите уравнения реакций 1–4.
2. Приведите названия минералов **A** и **B**.

Совпадение? Не думаю

Эта задача посвящена химии элемента **X**. Ниже представлена схема превращений его соединений.



Дополнительно известно, что у вещества X_4 есть кристаллогидрат, в котором $\omega(X) \approx 11.518\%$. Реакция 5 протекает без изменения степеней окисления; вещества X_2 и X_3 – кислоты, образующиеся из X_1 ; в X_6 $\omega(X) \approx 12.94\%$; в состав веществ X_6 и X_8 входят азот, элемент, который присутствует во всех кислотах, и элемент, простое вещество которого является одним из сильнейших окислителей; в X_8 $\omega(X) \approx 10.476\%$.

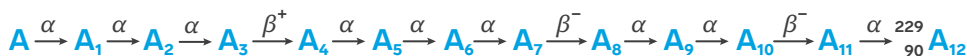
Один очень известный человек носил фамилию, похожую на название элемента X . Однако он никак не был с ним связан. Зато в честь этого человека был назван другой химический элемент A , у которого химические свойства значительно отличаются от свойств X (элемент A – радиоактивный и нестабильный).

Ниже представлена схема распада элемента A .

${}_b^aM \xrightarrow{\alpha} {}_{b-4}^{a-2}N + {}_2^4He$, где a – заряд ядра, b – массовое число

${}_b^aM \xrightarrow{\beta^-} {}_{b+1}^{a+1}N + {}_0^{-1}e$

${}_b^aM \xrightarrow{\beta^+} {}_{b-1}^{a-1}N + {}_0^{+1}e$



Укажите:

1. Элемент X
2. Вещества X_1 – X_8 ; кристаллогидрат соли X_4
3. Уравнения реакции 1–7
4. Элемент A ; вещества A_1 – A_{12}
5. Уравнения всех радиоактивных распадов
6. Решение ребуса « $X_4 \cdot nH_2O$ » + «н».

Осадки щелочных металлов

Металл X обладает сильной тугоплавкостью. Высший оксид этого металла A растворили в щёлочи, в составе которой находится металл Y , с образованием ионного соединения B (реакция 1). При действии

разбавленной хлороводородной кислоты на раствор **В** образуется водородсодержащая комплексная соль **С** (реакция 2), в которой $\omega(\text{X}) = 70.93\%$ и $\omega(\text{Y}) = 7.4\%$. При сильном подкислении раствора **В** этой же кислотой выпадает белый осадок **Д** (реакция 3), который при последовательном прокаливании теряет 6.72% и 7.2% своей массы с образованием **А**.

Органическая кислота **Е** образуется в ходе каталитического окисления н-бутана (реакция 4). Другая кислота – **Ф** – при нагревании с аммиаком выделяет молекулярный азот (реакция 5). При взаимодействии кислоты **Е**, соли **У** и кислоты **Ф**, а также безводного сульфата переходного металла (вещество **Г**) (реакция 6) образуется комплексное соединение, дающее оранжево-жёлтый осадок с хлоридом щелочного металла (вещество **И**) (реакция 7). Дополнительно известно, что при получении **Г** дегидратацией купороса переходного металла потеря массы составляет 44,85%, а также, что вещество **И** окрашивает пламя горелки в фиолетовый цвет.

Конечным продуктом радиоактивного распада самого часто встречающегося долгоживущего изотопа элемента **Ж** является металл **К**, жёлтый монооксид которого раньше называли охрой, с числом нейтронов, не превышающем 116. Мелкий порошок **Ж** легко воспламеняется на воздухе с образованием соединения **Л** (реакция 8), в котором $\omega(\text{J}) = 84.8\%$, которое растворяется в сильной кислоте **М**, по качественному составу соответствующей кислоте **Ф**, с образованием бесцветного газа **Н**, не поддерживающего горение, и соли **О** (реакция 9). Соль **О** способна реагировать с водным раствором аммиака с образованием соли **Р** (реакция 10), также называемой жёлтым кеком. В ходе прокаливании соли **Р** (реакция 11) образуется соединение **Q**, которое является высшим оксидом **Ж**. Соединение **Q** реагирует с **Е** с образованием соли **Р** (реакция 12). 3d-металл **С**, соли которого обычно не имеют окраски, также реагирует с кислотой **Е** (реакция 13) с образованием соли **Т**.

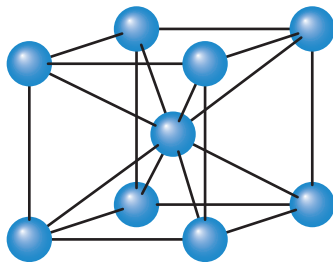
Соли **Р** и **Т** реагируют с образованием жёлтого соединения **У** (реакция 14), в котором $\omega(\text{J}) = 41.64\%$, $\omega(\text{аниона Е}) = 41.29\%$. Хлорид металла **У** реагирует с **У** и водой (реакция 15) с образованием осадка **З**, в котором **Ж** и **Е** относятся, как 1:3.

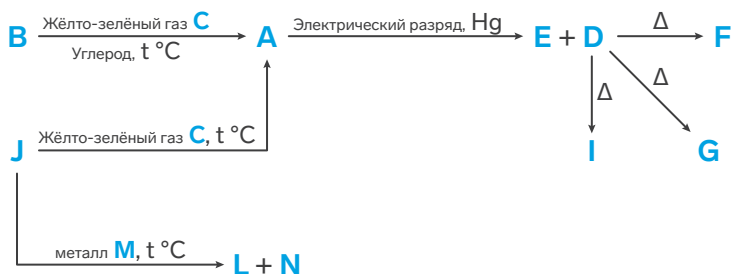
1. Определите элементы **A** – **U** и **X** – **Z**. Напишите реакции 1–15.
2. Какое тривиальное название имеет **H**?
3. Рассчитайте период полураспада изотопа **J**, если за 1 час кусочек металла, содержащий только один изотоп в количестве 0.03 моль, испускает $3.197 \cdot 10^8$ ядер гелия в час (иными видами распада пренебречь).

Три бесцветных газа

Соединение **A** – бесцветный газ, который можно получить взаимодействием твёрдого белого вещества **B** с жёлто-зелёным газом **C** в присутствии углерода при высокой температуре (реакция 1). При пропускании вещества **A** через электрический разряд между ртутными электродами можно получить вещества **D** и **E** (реакция 2), которое присутствует в природе в виде редкого минерала под названием «каломель». Термолизом вещества **D** можно получить вещество **F** (реакция 3), которое представляет собой жёлто-зелёные кристаллы, вещество **G** (реакция 4), которое представляет собой тёмно-красные кристаллы, вещество **I** (реакция 5), которое представляет собой оранжево-красные кристаллы. **F**, **G**, **I** являются изомерами, молекулярные массы которых относятся друг к другу, как 4:8:9.

Вещество **A** также можно получить при реакции жёлто-зелёного газа **C** с бесцветным газом **J** (реакция 6), при этом образуется газовая смесь, в состав которой входит вещество **A** и бесцветный газ **K**, который хорошо растворяется в воде, образуя сильно кислую среду, а при добавлении в данный раствор нитрата серебра образуется белый творожистый осадок. Полученная в ходе данной реакции газовая смесь имеет плотность по воздуху 1.953. Бесцветный газ **J** реагирует при нагревании с металлом **M** (реакция 7), элементарная ячейка которого представлена на рисунке, параметр ячейки $a = 0.42820$ нм; $d = 0.96842$ г/см³, при этом образуется вещество **L** ($\omega(\mathbf{M}) = 60.77\%$) и вещество **N** ($\omega(\mathbf{M}) = 36.21\%$).





1. Определите все вещества **A – N** и элемент **X**, если вещества **A, B, D, F, G, I, J, L, N** содержат элемент **X**. Массовые доли элемента **X** в соединениях **A, F, G, I, J** представлены в таблице:

Вещество	A	F	G	I	J
$\omega(\text{X})$	9.23%	23.37%	23.37%	23.37%	78.14%

2. Нарисуйте структуры веществ **A, D, F, G, I**, а также структуры анионов веществ **L** и **N**.
3. Предложите способ синтеза вещества **J**.

Не только сэндвичи

Однозарядный анионный лиганд **A** в большинстве своих соединений является пятидентатным, как, например, в известных «сэндвичевых» комплексах. Однако известны также соединения, в которых этот лиганд координируется иным образом. Так, в соединениях **B** ($\omega(\text{M}_1) = 6.47\%$) и **C** ($\omega(\text{M}_2) = 23.54\%$) металлов **M₁** и **M₂** (находятся в одной группе), соответственно, лиганды **A** проявляют разную дентатность: η^1 , η^5 и η^1 , η^3 , η^5 . Структура соединения **C** является полимерной. Оно является первым примером одновременного присутствия η^1 , η^3 , η^5 – **A**. Несмотря на схожую стехиометрию веществ **B** и **C** из-за большего ионного радиуса металл **M₂** имеет большее КЧ = 14, по сравнению с КЧ = 6 металла **M₁**. Вещество **C** можно получить взаимодействием металла **M₂** с углеводородом **R** ($\omega(\text{H}) = 9.09\%$) (реакция 1).

Интересным строением обладают соединения **D** ($\omega(\text{M}_3) = 63.82\%$) и **E** ($\omega(\text{M}_4) = 75.84\%$) металлов **M₃** и **M₄**, находящихся в одной группе. В газовой фазе они представляют из себя «полусэндвичевые» мономерные молекулы, однако в твёрдой фазе имеют полимерное строение, в которых лиганд **A** является мостиковым. Вещество **E** можно получить в виде устойчивого на воздухе жёлтого кристаллического вещества реакцией водного раствора вещества **F** ($\omega(\text{M}_4) = 92.32\%$) с углеводородом **R** (реакция 2).

Металл **M₅** хоть и находится с металлами **M₃** и **M₄** в одной группе, но образует с лигандом **A** соединение **G** ($\omega(\text{M}_5) = 26.31\%$), отличное от **D** и **E** структурой и стехиометрией. Так, лиганд **A** является монодентатным в данном соединении, а атом металла **M₅** имеет плоско-тригональное окружение. Соединение **G** можно получить взаимодействием вещества **I** ($\omega(\text{M}_5) = 39.6\%$) с литиевой солью **J** ($\omega(\text{Li}) = 9.64\%$) (реакция 3).

Интересное строение имеет также соединение **K**, представляющее собой золотисто – жёлтое летучее кристаллическое вещество, образованное металлом **M₃** и **L**: данное соединение состоит из гексамерных частиц, в основе которых лежит октаэдрический кластер из шести атомов **M₃**. Каждый атом металла данного кластера также дополнительно координирован пятидентатным лигандом **L**. Лиганд **L** имеет сходное строение с лигандом **A**, однако молекулярная масса первого на 70 а. е. м. больше молекулярной массы второго. При этом лиганд **L** имеет ось симметрии 5-ог порядка.

1. Определите все вышеупомянутые вещества **B – K**, металлы **M₁ – M₅**, а также анионы **A** и **L**.
2. Напишите уравнения реакций 1, 2, 3.
3. Предположите структуры веществ **B, C, D, E, G** и **K** (для вещества **C** нарисуйте окружение атома металла, для веществ **D** и **E** нарисуйте строение мономерных молекул в газовой фазе, а также фрагмент полимерной цепи в твёрдом состоянии, для **K** – строение кластерной частицы).

Удивительные кольца

Элемент **X** образует твёрдое простое вещество **Y**. Соль **A** ($\omega(\text{Sr}) = 40.834\%$) содержит в своём составе 3 элемента, в том числе **X**. Навеска **A** массой 1 грамм реагирует при нагревании с NH_3 с выделением N_2 , воды и бинарной соли **B**. Объём N_2 – 0.104 л (н.у.), объём сконденсированной воды – 0.252 мл.

Вещество **C** – амин с алифатическим заместителем ($\omega(\text{N}) = 19.151\%$, молярная масса меньше 140 г/моль) имеет в своём составе 2 типа атомов углерода. При реакции **C** и PhSO_2Cl образуется осадок, который растворяется при добавлении NaOH .

1. Определите вещества **A**, **B**, **C**, **Y** и элемент **X**.

Элемент **X** образует хлорид **D** ($\chi(\text{Cl}) = 66.667\%$) и хлорид **E** ($\chi(\text{Cl}) = 80.00\%$), χ – мольная доля. Далее рассматриваются некоторые реакции с этими хлоридами:

К раствору **D** в ТГФ добавляли по каплям вещество **C**, при этом в зависимости от соотношений реагентов были получены вещества **I** ($\omega(\text{X}) = 52.649\%$, $\omega(\text{N}) = 4.670\%$) и **II** ($\omega(\text{X}) = 52.636\%$, $\omega(\text{N}) = 6.225\%$).

В ТГФ смешали **Y**, **E** и **C**. При этом вещества **Y** и **E** прореагировали в соотношении 0.625:1 и получился продукт **III**, не содержащий **Cl** и в котором все атомы **N** связаны только с углеродом и **X**. Также известно: **III** – циклическое соединение с размером цикла, как у **Y**; **III** имеет ось симметрии 2 порядка.

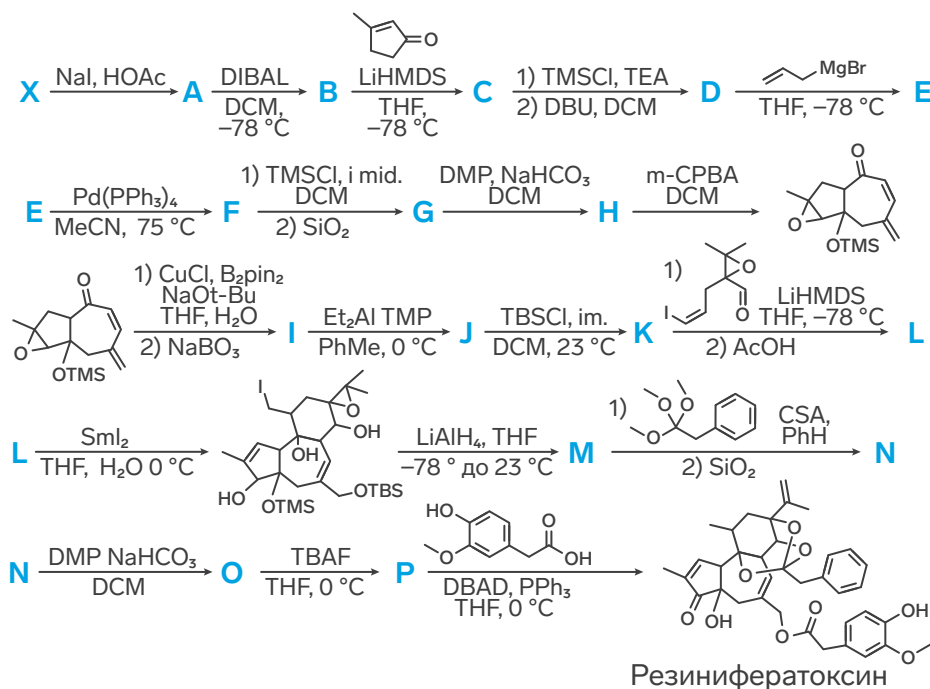
В другом опыте также смешали **Y**, **E** и **C**, но в этот раз **Y** и **E** прореагировали в соотношении 0.25:1. Получился продукт **IV**, не содержащий **Cl** и в котором все атомы **N** связаны только с углеродом и **X**. Также про **IV** известно: имеет ось симметрии 3 порядка, атомы **X** и **N** образуют 15-членный цикл, каждый атом **X** связан хотя бы с одним атомом **N**.

2. Определите вещества **I**, **II**, **III**, **IV**, **D**, **E**.

Ещё жарче

Resiniferatoxin (RTX) – вещество, выделяемое из растения *Euphorbia resinifera*, которое растёт в горных районах Марокко. Это кактусоподобное растение содержит сок с крайне едким и токсичным компонентом. RTX обладает исключительной остротой, в 1000 раз превышающей капсаицин. Несмотря на свою остроту, RTX используется в медицине для длительного обезболивания и уменьшения воспалений, особенно у пациентов с хронической болью или онкологическими заболеваниями.

Ниже приведена схема его синтеза.



DIBAL –

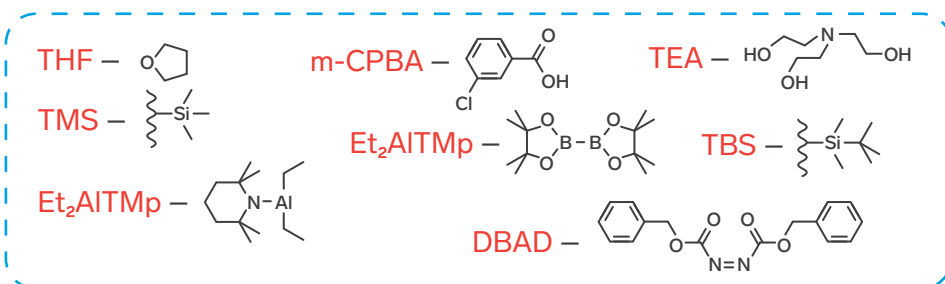
DBU –

CSA –

DCM – CH_2Cl_2

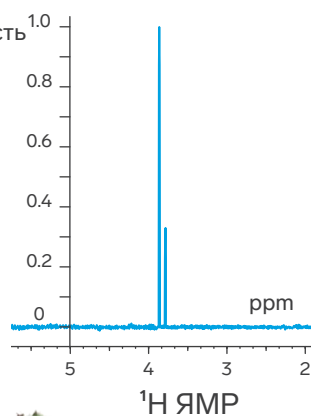
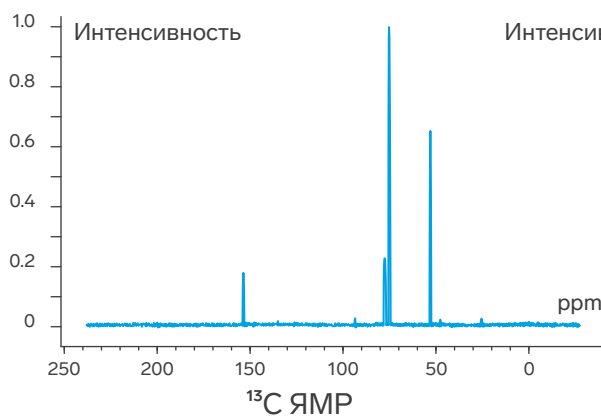
DMP –

TBAF –

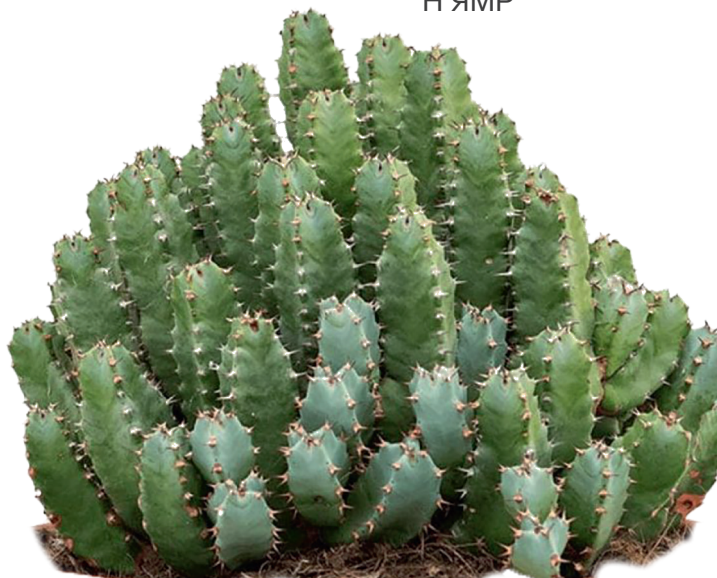


Дополнительно известно: брутто-формула **X** C₄H₄O₂, брутто-формула **C** C₉H₁₁O₂I, **F** содержит 2 цикла, молярные массы **G** и **F** равны, в **K** $\omega(\text{O}) = 15.61\%$

Также даны ЯМР спектры **X**:



Напишите структурные формулы **X**, **A** – **P**



Сложно, но можно!

В этой задаче речь пойдёт про интереснейший элемент **X**. Соответствующее ему простое вещество **A** используется, например, для обесцвечивания стекла. Интересно, что персики содержат в себе довольно много **X**. Отметим как интересный факт, что некое органическое вещество, содержащее в себе **X**, занесено в Книгу рекордов Гиннеса как самое зловонное химическое соединение!

Химия **A** очень интересна, но в то же время проста – при сжигании в кислороде воздуха образуется вещество **B**, имеющее характерный запах. При дальнейшем окислении (требует более жёстких условий) получается вещество **C**, окисляющее концентрированный раствор HCl . Также известно, что **C** может существовать в виде тетрамера. **C** растворяется в растворе натриевой щёлочи с образованием **D** (применяется как микродобавка к кормам животных). Для анализа безводного вещества **D** взяли навеску массой 1.573 г, смешали с избытком раствора хлорида бария, при этом выпал белый осадок **E**, нерастворимый в кислотах (за исключением концентрированных) и щёлочах, массой 2.334 г. При растворении **E** в HSO_3F образуется бесцветный газ **F**, а также другой белый осадок **G** и ещё 1 продукт. **F** может реагировать с KHF_2 и избытком HSO_3F с образованием бесцветных летучих кристаллов **H**, разъедающих стекло и металл. Известно, что из 1 г **F** максимум может получиться 1.282 г **H**.

Интересно соединение **I** – бесцветные кристаллы, устойчивые до -10°C , бурно реагируют с водой, соли кислоты **I** не получены. Это вещество получается при реакции **C** с HCl в жидком SO_2 в качестве единственного продукта. Если же **I** растворять в 100%-ой H_2O_2 при -40°C , то получается соединение **K** – белое твёрдое вещество (аналогичное соединение **K*** с именным названием образует аналог по группе), разлагающееся при комнатной температуре с выделением O_2 .

1. Определите элемент **X**, а также вещества **A** – **K**, **K***.
2. Где ещё применяется элемент **X**? (назовите не более двух областей применения).

3. Приведите уравнения всех реакций, фигурирующих в задаче.
4. К какому классу относится самое зловонное вещество?
5. Изобразите строение тетрамера **C**.

Угадайка с фторидом криптона

Вещество **X** ($\omega(\text{A}) = 56.20\%$) относительно устойчиво, однако при нагревании до 130°C разлагается на бинарные вещества **C** и **B** (реакция 1). Плотность вещества **B** равна 5.714 г/л (приведено к н.у.). Вещество **C** продолжили нагревать и получили два простых вещества **A** и **Z** (простые вещества элементов **A** и **Z** соответственно) (реакция 2).

Взаимодействие фторида криптона с веществом **A** (реакция 3) приводит к образованию очень неустойчивого соединения **D** ($\text{KЧ}(\text{A}) = 6$), которое науке стало известно относительно недавно. При внесении вещества **D** в смесь фтора и кислорода при низкой температуре образуется неустойчивое вещество **I** (реакция 4).

Вещество **A** растворяется в царской водке с образованием вещества **K** (реакция 5). При нагревании **K** образуется вещество **E** (реакция 6). Если добавить к веществу **E** едкое кали, то образуется фиолетовый **J** (реакция 7) ($\omega(\text{A}) = 96.10\%$). Если добавить к веществу **A** раствор калийной соли кислоты **Y**, обладающей запахом горького миндаля, точно растворится с образованием **G** (реакция 8).

При внесении **Z** в атмосферу фтора образуется неустойчивое вещество **N** (реакция 9), реагирующее с водой (реакция 10). В числе продуктов реакции оказалась кислота **V**. Вещество **U** (валентность одного из элементов – 5), представляющее собой очень гигроскопичный оксид, активно реагирует с **V** с образованием **R** (реакция 11). (**R** – качественный реагент на присутствие угарного газа (реакция 12)).

Если на вещество **V** подействовать KCl в солянокислой среде и упарить, то получается вещество **W** ($\omega(\text{H}) = 1.16\%$) (реакция 13). Нагреванием **W** может быть получено вещество **O** (потеря массы составляет 10.46%).

(реакция 14), при дальнейшем нагревании образуется вещество **Q** (потеря массы составляет 23.05% относительно вещества **O**) (реакция 15).

Задания:

1. Определите все неизвестные вещества.
2. Напишите уравнения реакций 1–15.

Задача про сюр

Элемент **A**, фактически открытый более двухсот лет назад и когда-то названный «многоцветным», в промышленности получается металлотермией с кальцием из отходов производства других металлов. При помощи окисления и перевода в растворимую форму его отделяют от других, похожих на него элементов, и осаждают в виде красной массы при подкислении. При нагревании она даёт чёрный порошок (соединение **B**), а его металлотермией (чаще всего с кальцием) можно получить чистый металл.

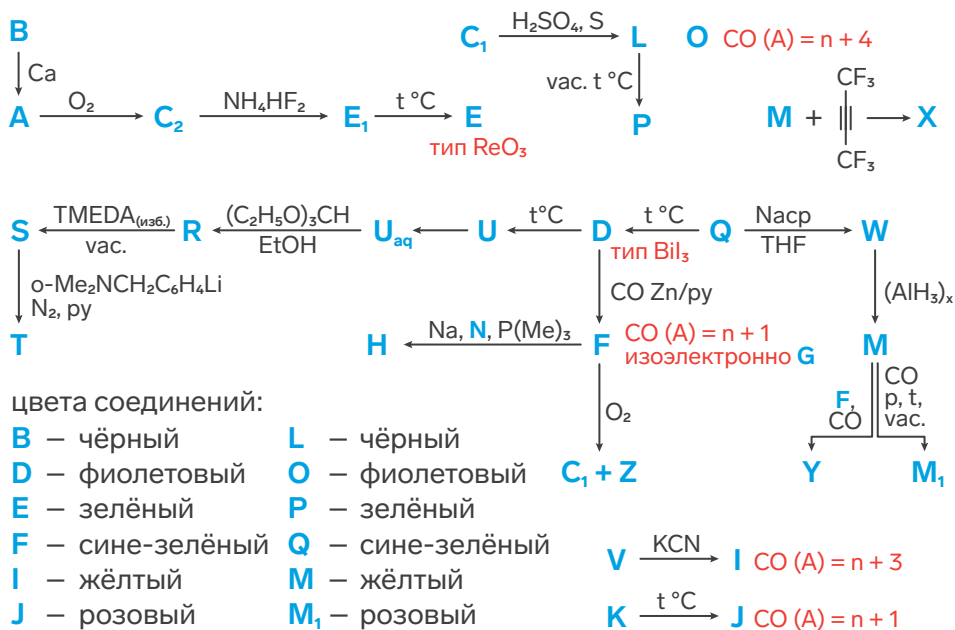
При стоянии на воздухе он покрывается цветной оксидной плёнкой (соединения **C₁** и **C₂**). Вещество **D** – фиолетовые кристаллы, при реакции которых с CO и Zn в пиридине можно получить очень реакционноспособные сине-зелёные кристаллы (соединение **F**). **G**, изоэлектронное **F**, было получено в матрице с азотом. Соединение **D** можно также получить при помощи нагревания **Q** – красно-коричневой жидкости, дымящей на воздухе. При обработке **F** металлическим натрием и соединением **N₁** в PMe₃ можно получить **H**.

Жёлтый тригидрат **I** получается при взаимодействии KCN с купоросом, образованным элементом **A** (соединение **V**), причём данная реакция протекает с изменением степени окисления металла. Получить похожее на него розовое соединение **J** можно разложением двухводного **K** ($\omega(\text{C}) = 18.46\%$, $\omega(\text{A}) = 15.66\%$, $\omega(\text{N}) = 25.84\%$). Примечательно, что соединение, аналогичное **K**, можно встретить в химии железа – оно используется в медицине для лечения высокого давления и имеет красный цвет.

При восстановлении соединения **C₁** серой в серной кислоте можно получить светло-жёлтый осадок **L**. Тот же самый анион, что и в **L**, можно встретить в фиолетовых квасцах **O**, катион которых такого же типа, как и в **H**.

Вещество **D**, также как и **O**, разлагается до соединения **U** – его аквакомплекс можно ввести в реакцию с EtOH в (C₂H₅O)₃CH и получить **R**. Кроме того, если поместить **R** в вакуум с избытком TMEDA², то можно получить **S**, которое при обработке в пиридине двумя эквивалентами о-Me₂NCH₂C₆H₄Li и азотом, переходит в симметричный комплекс **T**, содержащий 2 атома **A**, связанных друг с другом через два атома азота.

Соединение **M**, часто называемое **A**-цен, реагирует с четырьмя и двумя эквивалентами CO для получения **M₁** и **Y**, соответственно.



Дополнительно известно:

- соединение **H** включает в себя эквивалентные количества **N** и PMe_3 ;
- каждое комплексное соединение, за исключением **K**, содержит элемент **A** с КЧ = 6;
- вещество **R**, помимо анионов, имеет в своём составе 2 молекулы EtOH ;
- катион хлорида **N** содержит в себе один атом азота, пять атомов углерода и 14 атомов водорода трёх типов в соотношении 9:2:3;
- органический реагент TMEDA – N,N,N',N' -тетраметилэтилендиамин.

Вопросы:

1. Установите формулы соединений **A** – **Z**.
2. Несмотря на одинаковую формулу, соединения **B** и **C₁** имеют разные цвета – чёрный и оранжево-жёлтый, соответственно. Объясните различие в цветах.
3. Нарисуйте строение комплексов **T** и **X**, с учётом того, что реакция получения **X** проходит как $[2 + 1]$ - циклоприсоединение.
4. Предскажите магнитные свойства соединения **F**.
5. Соединение **T** при помещении в соляную кислоту выделяет аммиак. Предложите применение комплексу. Какой известный процесс могут заменить такие комплексы? Укажите его название.
6. У комплексов со строением, похожим на **M₁**, есть название. Приведите его.
7. Напишите уравнения реакций $\text{E}_1 \rightarrow \text{E}$, $\text{C}_1 \rightarrow \text{L}$, $\text{L} \rightarrow \text{P}$.
8. Объясните название задачи.

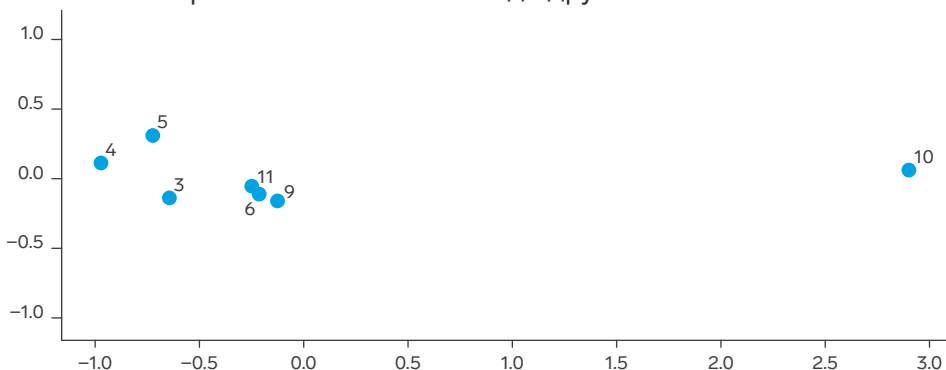
Двойная радуга

Стекло – один из древнейших и уникальных в практике человека материал. Одним из древнейших модификаторов стёкол в древней Руси являлось соединение **A**, содержащее в себе 16.985% элемента **X**. Само же стекло представляло из себя смесь веществ **A**, **B** и **B**, причём известно, что соединения **B** и **B** бинарные, а также, что отношение веществ в шихте равно 1:1:1. **B** – красный порошок, который при небольшом нагревании меняет свой цвет на жёлтый. Также известно, что элемент **M**, входящий в соединение **B**, содержится в минерале галинит ($\omega(\mathbf{M}) = 86.62\%$).

1. Определите элемент **X**, а также соединения **A**, **B** и **B**. Как называется стекло, описанное в задаче?
2. Какую роль играет соединение **A** как модификатор стекла? Как это влияет на вязкость стекла?

Рассмотрим следующие точки, полученные при методе анализа главных компонент, где каждая точка – определённое стекло, своего происхождения, где ось **X** – источник **M** в стекле (например, Центральная Европа), а ось **Y** – его содержание (в граммах).

3. Какие выводы можно сделать из этого графика? Объясните значительное расстояние от точки 10 до других точек.



При нагревании **Б** с токсичным газом **Г**, активно связывающимся с гемоглобином, в результате реакции $\text{Б} + \text{Г} \rightarrow \text{М} + \text{Д}$ установилось равновесие. Давления компонентов (в торр), измеренных при двух различных температурах, приведены в таблице:

	Г	Д
730°C	139.5	619.58
930°C	245.28	695.34

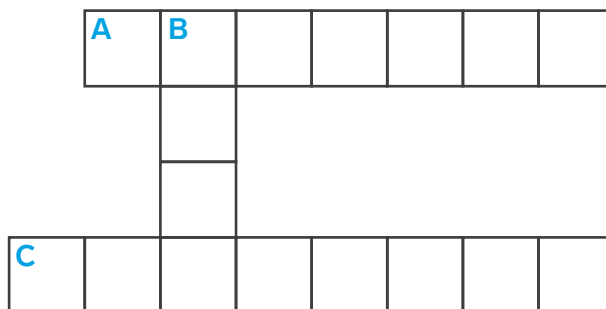
4. Определите вещества **Г**, **М** и **Д**. Рассчитайте стандартные энтальпию и энтропию реакции, а также схематично изобразите график зависимости энергии Гиббса реакции от температуры. Чему равен коэффициент наклона прямой?

Цепочки и кроссворды

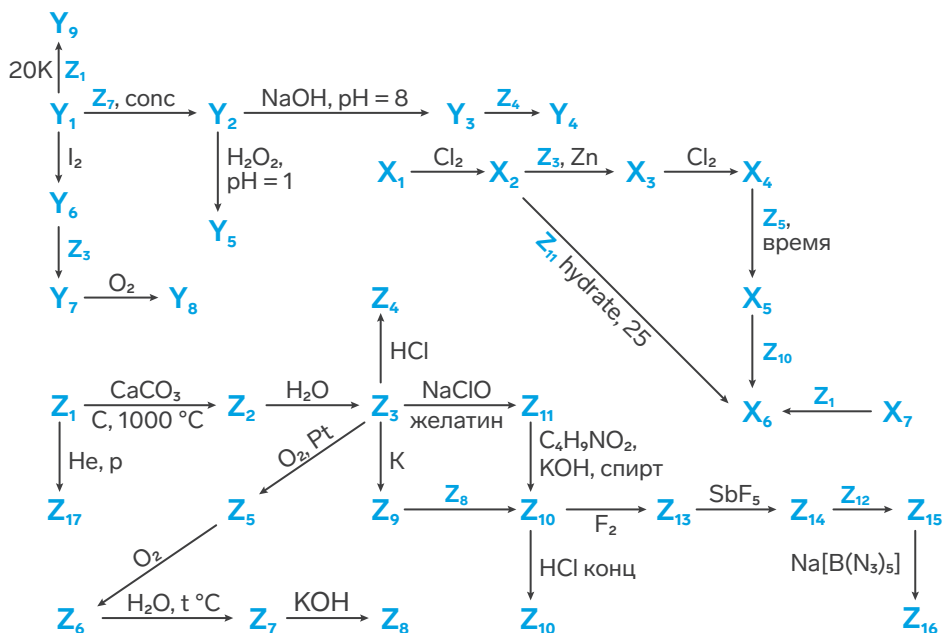
*«И какой же русский не любит быстрой езды,
а химик цепочек?»*

Неизвестный автор

Химик Колбочкин решил написать задачу на элементы **А**, **В** и **С**. Он составил кроссворд (приведён ниже) и цепочки на них. Дописав, Колбочкин пошёл попить чай.



В этот момент мимо проходил химик Пробиркин. Он был обижен на Колбочкина за то, что тот не помыл его пробирки, хотя Пробиркин вымыл за него посуду (мы такое осуждаем). Поэтому он решил переименовать элементы в цепочках и подсказках. Ниже приведены цепочки, «исправленные» Пробиркиным (элементы **A**, **B** и **C** каким-то образом переименованы в **X**, **Y** и **Z**, т.е. необязательно, что элемент **A** соответствует элементу **X** и т.д.).



Известно, что:

- в каждой из цепочек одно из соединений – простое вещество элементов **A**, **B** или **C** (т.е. в каждой цепочке по 1 простому веществу);
- реакция $Y_3 \rightarrow Y_4$ в промышленности является одним из способов отделения элемента, образующего цепочку;
- массовая доля **X** в **X₆** равна 35.44%;
- массовая доля **Y** в **Y₈** равна 12.79%;
- реакция $Z_{15} \rightarrow Z_{16}$ – простая реакция ионного обмена;

- массовая доля более лёгкого элемента в Z_{17} равна 1.28%;
- массовая доля более тяжёлого элемента в Y_9 равна 23.25%;
- молярная масса X_3 и X_7 отличается на 1 г/моль;
- мольные доли элементов в Z_{13} равны;
- X_{3-7} , Y_{7-8} – комплексные соединения, не имеют оптических изомеров, центральный атом в них имеет КЧ = 6;
- коммерчески доступное вещество X_2 на самом деле представляет собой смесь различных соединений.

Вернувшись, Колбочкин ничего не заметил и отправил задачу одному любителю анекдотов.

Задания:

1. Определите элементы A , B , C , X , Y и Z и все неизвестные вещества, напишите уравнения всех реакций.
2. Определите, какие связи в Y_9 и Z_{17} .
3. Открывшие реакцию $X_7 \rightarrow X_6$, Аллен и Зенофф с трудом смогли опубликовать свои результаты. Объясните почему.

Доставьте ваши калькуляторы

Если ты считать не будешь, скоро математику забудешь

Мудрость

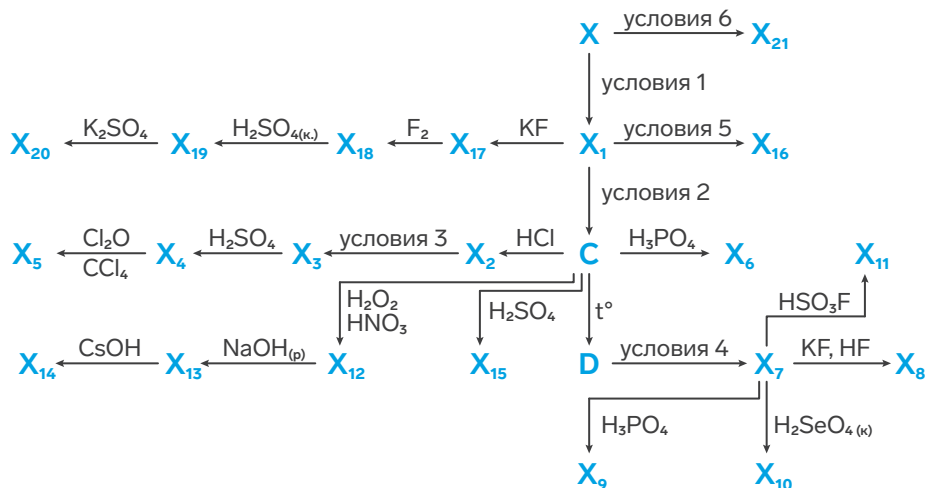
Металл X образует ряд стехиометрических веществ, содержащих кислород. Информация о его массовой доле в них представлена в таблице:

Вещество	A	B	C	D	E	F
Массовая доля кислорода	9.869	10.904	13.389	9.343	7.175	10.390

Указание: при расчётах используйте атомные массы, округлённые до целых.

1. Определите металл **X** и вещества **A – F**.

Ниже представлены некоторые превращения **X** и его соединений:



Под «условиями» в данной схеме подразумевается вещество или вещества, с помощью которых можно осуществить указанные превращения.

Дополнительная информация:

- X** в **X₅** имеет такую же степень окисления, что и **X₄**. **X₄** представляет собой жёлтую маслянистую жидкость;
- X₁** образуется в качестве продукта при реакции **D** в **X₇**;
- При разложении **X₁₆** потеря массы составляет 28.866%;
- X₂₁** содержит в своём составе помимо **X** ещё два элемента (массовая доля самого лёгкого из них составляет 6.192%);
- Массовая доля **X** в **X₆** составляет 54.331%, в **X₁₄** – 38.262%, в **X₁₉** – 51.880%, в **X₂₀** – 36.126%;
- Соединения **X₁₀** и **X₁₁** – координационные. Они содержат в своём составе схожие комплексные анионы;
- Соединение **X₈** содержит в своём составе два вида анионов в соотношении 1:1, массовая доля калия в этом веществе составляет 24.528%.

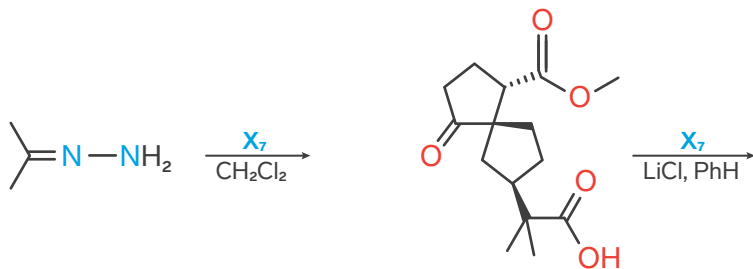
2. Определите условия 1–6.
3. Определите вещества X_1 – X_{21} .
4. Укажите, какие ионы входят в состав X_8 .
5. Какое применение находит вещество X_{16} .

Некоторые из приведённых выше соединений металла X можно использовать в так называемых концентрационных источниках тока. Ниже показана схема одного из них:



6. Рассчитайте ЭДС данного концентрационного элемента, если $pK_s(X_2) = 4.77$, $pK_s(X_{15}) = 7.77$ (гидролизом X^{2+} пренебрегите).
7. Столько таких источников тока понадобится подключить к цепи постоянного тока, которая в качестве полезной нагрузки содержит два прибора (соединены параллельно) с сопротивлениями 0.56 Ом и 0.78 Ом, чтобы сила тока в ней была равна 0.56 А?

Вещество X_7 применяется в органическом синтезе для разных целей. Ниже приведены примеры:



8. Изобразите структурные формулы органических продуктов данных реакций (известно, что массовая доля азота в продукте первой реакции составляет 39.43%), а также приведите название второй реакции.

**Просто добавь HNO_3 ,
или классическая задача по неорганической химии**

Образец минерала **X** массой 1.918 г растворили в горячей концентрированной азотной кислоте (*реакция 1*). После окончания реакции и охлаждения реакционной смеси остался осадок белого цвета (вещество **A**). Его выделили и нагрели. Сначала образовалось вещество **B** (*реакция 2*), а затем при 673 К – вещество **C** (*реакция 3*), при этом потеря массы составила 4.938% (от массы вещества **B**). Масса **C** – 0.616 г.

Затем к полученному раствору добавили раствор нитрата бария. При этом выпал белый осадок **D** (*реакция 4*). **D** отделили, высушили и взвесили, его масса составила 3.029 г.

Далее к раствору прилили раствор хлорида натрия. При этом образовался осадок вещества **E** (*реакция 5*). **E** аккуратно отделили. Вещество **F** способно растворять **E**: для полного его растворения понадобилось 40.000 мл 0.300 М раствора **F** (*реакция 6*).

После этого к оставшемуся раствору добавили избыток раствора неорганической соли **G**. При этом наблюдали выпадение белого осадка **H** (его масса составила 0.358 г) и выделение газа **I** (*реакция 7*), а образование другого соединения можно было понять по изменению окраски раствора (*реакция 8*).

При поглощении газа **I** водой образовалось вещество **J** (*реакция 9*). Вещество **J** выделили и нагрели (*реакция 10*), в результате чего образовалась газовая смесь. Смесь сожгли (*реакции 11 и 12*), пропустили через колонку с P_2O_5 (*реакция 13*), через аскарит (*реакция 14*). После данных операций остался один газ, который при комнатной температуре прореагировал с 0.084 г металла **K** (*реакция 15*).

К раствору прилили этанол при охлаждении, после перекристаллизации получили 0.658 г безводных кристаллов красного цвета (вещество **L**).

Вещество **F** можно получить кипячением раствора **M** с порошком **N** (реакция 16) или окислением **O** на воздухе (реакция 17).

Дополнительная информация:

- Вещество **N** содержит 8 атомов в своём составе;
- Вещество **O** бинарное. Массовая доля более тяжёлого элемента составляет 77.670%;
- Массовая доля металла в неорганической соли **G** составляет 60.000%;
- Массовая доля наиболее лёгкого элемента в составе **B** – 24.691%;
- Минерал **X** не содержит примесей и молекул воды.

Указания:

- Атомные массы округляйте до целых (кроме меди и хлора, для которых атомные массы примите 63.5 и 35.5 соответственно);
- Все реакции протекают количественно;
- Для написания реакций с участием вещества **A** используйте *x* для обозначения количества гидратной воды.

Вопросы и задания:

1. Установите состав минерала **X**, веществ **A** – **O**.
2. Напишите уравнения реакций 1–17.
3. Назовите области применения вещества **F**.

Минеральный X

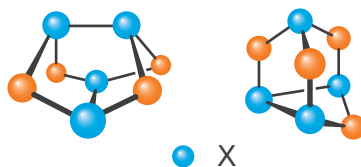
*«Всё есть яд, и ничто не лишено ядовитости;
одна лишь доза делает яд безопасным»*

Парацельс

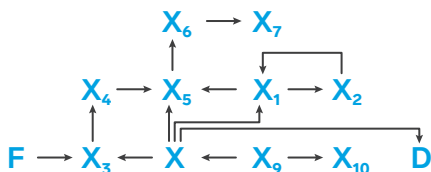
Элемент **X** – один из самых противоречивых химических элементов. С одной стороны, это страшный яд (но известны и практически

неядовитые соединения). С другой – его соединения с древних времён применяются как лекарственные средства. Ничтожные следы **X** в питьевой воде – бедствие для десятков миллионов жителей, и в то же время **X** в значительных количествах содержится в некоторых лечебных минеральных водах. Его соединения вызывают рак, но они же используются в онкологии как противоопухолевый препарат. Недаром алхимический символ **X** – змея – вошёл составной частью в герб медицины.

В земной коре **X** встречается в минералах, совместно с железом, медью, кобальтом, никелем и изредка в виде самородков. Уникален **X** тем, что сильно рассеян и встречается повсюду. **X** существует в нескольких аллотропных модификациях, самая стабильная – серая. Существует также жёлтая, но она неустойчива и переходит в серую. **X** хорошо проводит ток и тепло, но не поддаётся ковке и хрупок. Элемент **X** является халькофилом, поэтому имеет огромное количество минералов. **X** окисляется самым распространённым элементом на Земле и образует **X₁** (реакция 1). Подобно элементу из своей подгруппы, соединение имеет такое же строение, но для простоты можно записывать и в сокращённой форме. При действии на **X₁** цинком и соляной кислотой образуется соединение **X₂** (реакция 2). Эта реакция очень распространена в криминалистике. Действием на **X₂** соединением **A** (его тривиальное название – ляпис, или «адский камень») в растворе, можно получить обратно соединение **X₁** (реакция 3). Действуя на **X** азотной кислотой в растворе, можно получить соединение **X₃** – **X**-овую кислоту (реакция 4), которая при нагревании разлагается на **X₄** и воду (реакция 5). **X₄** имеет такой же качественный состав, как и **X₁**. **X₄** может вступать в реакцию с соляной кислотой, образуя **X₅**, простое вещество жёлто-зелёного цвета **B** и воду (реакция 6). **X₅** можно получить напрямую из **X** (реакция 7) под действием **B** или же из **X₁** под действием соляной кислоты (реакция 8). **X₅** под действием бинарного газа **C** (плотность по воздуху 1.17) образует минерал **X₆** (реакция 9).



У **X** существует идентичный по качественному составу минерал **X₈**, его структурная формула представлена на рисунке. Если добавить к **X₆** сульфид аммония, то образуется комплекс **X₇** (реакция 10), массовая доля самого лёгкого элемента в **X₇** – 5.33%. Также из **X** можно получить ещё один минерал, вещество **D** (реакция 11). Это бинарное соединение, которое образуется при действии на **X** веществом **E** (этот элемент назван от имени злого горного духа в немецкой мифологии). Минерал **F**, также содержащий **X**, можно использовать для получения **X₃** при помощи азотной кислоты (реакция 12). Минерал представляет из себя трёхэлементное соединение, $\omega(\text{X}) = 46\%$. Также **X** может вступать в реакцию со щёлочью, например, под действием раствора NaOH на холоде образуется **X₉** (реакция 13), который под действием раствора CuSO₄ образует **X₁₀** (реакция 14). Тривиальное название **X₁₀** – зелень Шееле. Это желтовато-зелёный пигмент, в прошлом использовался в некоторых красках, но из-за токсичности вышел из употребления. Из 0.1 моль **X₉** образуется 18.75 граммов **X₁₀**.

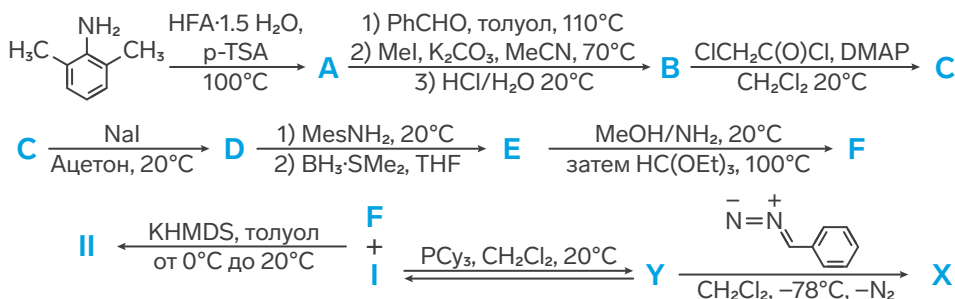


1. Определите вещества **X**, **X₁** – **X₁₀**, **A** – **F**. Приведите номенклатурные названия всех веществ и тривиальные названия соединений **X₆**, **D**, **F**.
2. Напишите уравнения реакций 1–14.
3. Определите вещество **X₈**, приведите его тривиальное название и цвет минерала.
4. Приведите сокращённую и полную формулы соединения **X₁**. Как называется подгруппа, в которой находится **X**? Какому элементу аналогичны проявляемые им свойства?
5. Как называется реакция получения **X₂** (реакция 2)?
6. Приведите формулы и тривиальные названия других минералов **X**, не описанные в задаче (1–2 примера).

Катализатор для метатезиса

Начиная с 1990-х гг., реакция метатезиса олефинов стала очень широко использоваться для решения разнообразных синтетических задач, и в настоящее время стала чрезвычайно мощным и в некотором роде уникальным синтетическим методом.

Реакция метатезиса катализируется комплексами различных переходных металлов. Далее представлен синтез подобного катализатора **II** на основе металла **M**.



HFA – гексафторацетон

p-TSA – пара-толуолсульфокислота

DMAP – диметиламинопиридин

PCy₃ – трициклогексилфосфин

Mes – 2,4,6-триметилфенил

В цепочке представлен синтез катализатора этого же типа (что и **II**), но предыдущего поколения (соед. **I**), а реакция **I** + **F** является модификацией до следующего.

1. Напишите структурные формулы для соединений **A–F**, **X–Y** и **I–II**, а также назовите металл **M**. **X** ($\omega(\text{M}) = 10.55\%$) – соединение, образующееся при взаимодействии трифенилфосфина (PPh₃) с хлоридом металла **M**, часто используемым в химии **M**, как предшественник многих комплексных соединений этого металла. Реакция происходит с изменением степени окисления **M**, а КЧ в **X** равно 5 (формально). Соединение **E** имеет брутто-формулу C₂₃H₂₈F₆N₂O, а соединение **F** является протонированной формой **N** – гетероциклического карбена.

2. Как называются катализаторы **I** и **II**?

Не спрлосьь

*Du bist und bleibst
Für immer ein Teil von mir*

Нижe представлена цепочка химии металла **Y** с элементом **B**.

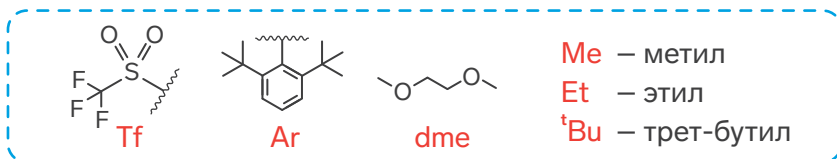
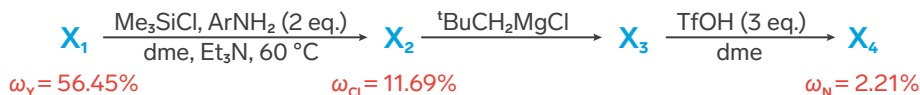


Дополнительная информация:

- **Y₄** и **Y₅** – катионы с зарядом +4 и +8 соответственно, **Y₄** имеет структурную схожесть с чёрной солью Руссена, а **Y₅** состоит из двух кубов, соединённых общей вершиной;
- **Y₁** – коммерчески доступный реактив, который имеет одинаковый катион с соединением **A**;
- все соединения, кроме **A**, содержат металл **Y**;
- в веществах **Y₄** и **Y₅** КЧ(**Y**) = 6.

1. Расшифруйте цепочку превращений: определите металл **Y** и соединения **A**, **Y₁** – **Y₅** (ответ подтвердите расчётом).

В 2005 году Роберт Граббс, Ричард Шрок и Ив Шовен получили Нобелевскую премию за изучение реакции метатезиса. В данном процессе чаще всего используются катализаторы на основе рутения и элемента **Y**, синтез одного из которых приведён на схеме ниже.



Дополнительно известно, что:

- В нейтральных комплексах X_4 и X_2 $KЧ(Y) = 6$, а в X_3 $KЧ(Y) = 4$;
- X_1 имеет тот же качественный состав, что и Y_1 .

2. Приведите структурные формулы соединений $X_1 - X_4$.

На рисунке представлено соединение, которое вступает в реакцию метатезиса с образованием двух разных продуктов циклизации в зависимости от размера цепи.



3. Напишите эти продукты и механизм их образования.



Золотистое вещество А

Автор: Аэлига Пасечник

1.

X	A	B	C	D	E	F
Ti	TiN	TiO ₂	Ti ₂ O ₃	CaTiO ₃	TiCl ₄	TiCl ₃

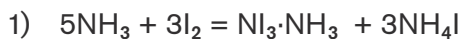
G	H	I	J
K ₃ [Ti(CN) ₆]	K ₂ [Ti(NCS) ₆]	TiCl ₂	Ti(C ₅ H ₅) ₂

2. Перовскит.

Взрывная задача

Автор: Алексей Метелицын

A	B	C	D	E	X
NH ₃	I ₂	NI ₃ ·NH ₃	N ₂	NH ₄ I	N



Реакция «Каждый фазан сидит»

Автор: Илья Гришечкин

1.

X	X ₁	X ₂
CoCl ₂ хлорид кобальта (II)	CoCl ₂ ·6H ₂ O гексагидрат хлорида кобальта (II)	[Co(H ₂ O) ₄ (OH) ₂] дигидроксотетрааквакобальт (II)

X ₃	X ₄	X ₅	A
CoSO ₄ сульфат кобальта (II)	K ₂ Co(SO ₄) ₂ ·6H ₂ O гексагидрат сульфат калия-кобальта (II)	Co ₂ (CO) ₈ карбонил кобальта	Co кобальт

2. Уравнения реакций:

- 1) $\text{CoCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{SOCl}_2 = \text{CoCl}_2 + 6\text{SO}_2\uparrow + 12\text{HCl}\uparrow$
- 3) $\text{CoCl}_2 + 2\text{NaOH}(\text{p-p}) = 2\text{NaCl} + \text{Co}(\text{OH})_2\downarrow$
- 4) $3\text{CoCl}_2 + 2\text{Al} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{Co}$
- 5) $\text{Co} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CoSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$
- 6) $\text{CoSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{Co}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- 7) $2\text{Co} + 8\text{CO} = \text{Co}_2(\text{CO})_8$

P.S. Название задачи связано с изменением окраски хлорида кобальта (II) при его дегидратации: первая буква каждого слова – первая буква соответствующего цвета.

Дискредитированный полианит

Автор: Лейсан Шакирова

1. $n = 2$ $M(\text{A}) = 86.92 \text{ г/моль}$

2.

X	Y	A	B	C	D
марганец	кислород	MnO_2 пирролюзит	Cl_2	O_2	Mn_2O_3

3. Уравнения реакций:

- 1) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2) $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- 3) $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
- 4) $4\text{MnO}_2 = 2\text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{O}_2$

Живописная химическая музыка

Автор: Арсений Авдонин

1. Реакция 1-золотой дождь, выпадение осадка иодида свинца.

X	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Pb	Au	Pb(NO ₃) ₂	PbI ₂	2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂	PbS	PbSO ₄

Реакции:

- 1) $\text{Pb(NO}_3)_2 + 2\text{KI} = \text{PbI}_2 + 2\text{KNO}_3$
- 2) $\text{Pb(NO}_3)_2 + 2\text{KOH} = \text{Pb(OH)}_2 + 2\text{KNO}_3$
- 3) $\text{Pb(OH)}_2 + \text{KOH} = \text{K[Pb(OH)}_3]$
- 4) $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2 + 3\text{H}_2\text{S} = 3\text{PbS} + 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 5) $\text{PbS} + 4\text{H}_2\text{O}_2 = \text{PbSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$

2. Цинковые белила, оксид цинка – ZnO

Титановые белила, оксид титана (IV) – TiO₂

Свинцовый сурик, смешанный оксид свинца – Pb₃O₄

Возможны и другие варианты ответов.

3.

Z	Z ₁	A	B
Hg сплавы-амальгамы	HgS киноварь	SO ₂	SO ₃

Контактный способ

Реакции:

- 6) $\text{HgS} + \text{O}_2 = \text{Hg} + \text{SO}_2$
- 7) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = \text{SO}_3$. Условия – оксид ванадия(V) V₂O₅ или платина Pt.

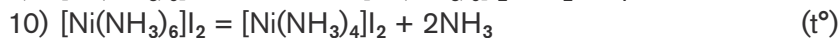
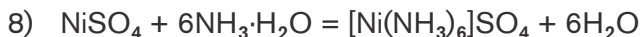
4. Бром – Br₂; Галлий – Ga; Цезий – Cs.

5.

H	H ₁	H ₂
Ni никель	NiSO ₄ сульфат никеля (II)	[Ni(NH ₃) ₆]SO ₄ сульфат гексаамминникеля (II)

H ₃	H ₄	H ₅
[Ni(NH ₃) ₆]I ₂ иодид гексаамминникеля (II)	[Ni(NH ₃) ₄]I ₂ иодид тетраамминникеля (II)	NiI ₂ иодид никеля (II)

Реакции:



6. Игрушечные воины – оловянные солдатики

D	D ₁	D ₂	D ₃
Sn олово*	Cu ₂ FeSnS ₄ станнин**	SnS ₂ сульфид олова (IV)	SnS сульфид олова (II)
D ₄	D ₅		
SnO ₂ оксид олова (IV)	K ₂ [Sn(OH) ₆] гексагидроксостаннат (IV) калия		

*модификации – серое и белое

**колчедан => содержит серу. n(Sn):n(Cu):n(Fe):n(S)=1:2:1:4.

7. Оловянная чума

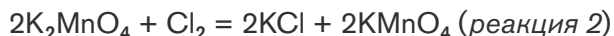
Незаконопослушный сплав

Автор: Эльдар Багиров

Цвета вещества **E**, а также цвет **C** и способ его получения указывают на марганец. MnO₂ (**E**) – оксид чёрного цвета, в природе встречается в виде минерала пиролюзита. При сплавлении с KOH и KNO₃ образуется манганат калия K₂MnO₄ (**C**) зелёного цвета.



А при добавлении хлора образуется перманганат калия K₂MnO₄ (**D**), который является сильным окислителем:



В реакции 3 при спекании SrCO_3 с оксидом неизвестного металла **B** образуется соединение вида $\text{Sr}_a\text{B}_b\text{O}_c$ (**F**).

Найдём массовую долю кислорода в соединении:

$$\omega(\text{O}) = 1 - \omega(\text{Sr}) - \omega(\text{B}) = 1 - 0,4261 - 0,2626 = 0,3113.$$

С другой стороны $\omega(\text{O}) = c \cdot M(\text{O}) / M(\text{F})$.

Аналогично $\omega(\text{Sr}) = a \cdot M(\text{Sr}) / M(\text{F}) = 0,4261$ из условия.

Тогда отношение $\omega(\text{O}) / \omega(\text{Sr}) = (c \cdot M(\text{O})) / (a \cdot M(\text{Sr}))$.

Подставляя значения из условия и молярные массы, получим:

$$16c / 87,6a = 0,3113 / 0,4261.$$

Отсюда $c = 4a$. При $a = 1$ $c = 4$.

Аналогично $\omega(\text{O}) / \omega(\text{B}) = (c \cdot M(\text{O})) / (b \cdot M(\text{B})) = 16 \cdot 4 / (b \cdot M(\text{B})) = 0,3113 / 0,2626$.

Получим $b \cdot M(\text{B}) = 53,68$. При $b = 1$ металла с молярной массой 53,68 г/моль не существует (марганец более-менее близок, но это металл **A**).

При $b = 2$ получим $M(\text{B}) = 26,84$ – это алюминий. При $b > 3$ получаем несуществующие молярные массы. Тогда формула **F** примет вид SrAl_2O_4 (**F**) – алюминат стронция.



Значит, в составе **X** присутствует марганец и алюминий. Формулу сплава можно представить в виде Mn_xAl_y . С щёлочью реагирует только алюминий и при этом выделяется газ H_2 (**K**):



Вычислим $n(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) / V_m = (10,08 \text{ л}) / (22,4 \text{ л/моль}) = 0,45$ моль.

Тогда из стехиометрии реакции 4

$$n(\text{Al}) = 0,45 \text{ моль} / (3 \cdot 2) = 0,3 \text{ моль},$$

$$\text{откуда } m(\text{Al}) = M(\text{Al}) \cdot n(\text{Al}) = 27 \text{ г/моль} \cdot 0,3 \text{ моль} = 8,1 \text{ г}.$$

Массу марганца можно найти, вычитая массу алюминия из общей массы сплава: $m(\text{Mn}) = 10,845 \text{ г} - 8,1 \text{ г} = 2,745 \text{ г}$.

Тогда количество вещества

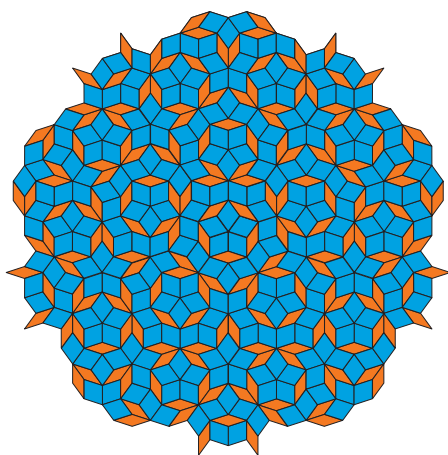
$$n(\text{Mn}) = m(\text{Mn}) / M(\text{Mn}) = (2,745 \text{ г}) / (54,9 \text{ г/моль}) = 0,05 \text{ моль}.$$

Отсюда можно узнать отношение индексов в формуле сплава Mn_xAl_y :
 $x / y = n(Mn) / n(Al) = 0,05 \text{ моль} / 0,3 \text{ моль} = 1 / 6$.

Значит, формула сплава **X** будет иметь вид $MnAl_6$ (**X**).

Тогда искомые вещества:

X	A	B	C	D	E	F	K	Y
$MnAl_6$	Mn	Al	K_2MnO_4	$KMnO_4$	Al_2O_3	$SrAl_2O_4$	H_2	MnO_2



Минерал Al_2O_3 – корунд (рубин и сапфир также принимаются).

Минерал MnO_2 – пиролюзит.

$MnAl_6$ относится к квазикристаллам, которые имеют необычное строение, невозможное для обычных кристаллов. Математической моделью квазикристаллов являются апериодические мозаики (мозаика Пенроуза в частности).

Благородная задача

Автор: Никита Белов

Заметим, что на металлургическом заводе на породе металла действуют царской водкой, из чего делаем вывод, что в список возможных вариантов металлов, присутствующих в породе, включены золото и платиновые металлы: Au, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt.

Однако, Rh, Ru, Os и Ir не растворяются в царской водке, а значит, возможные варианты Z – Au, Pd, Pt, что соответствует требованиям задачи, что с царской водкой одновременно идут три реакции. Запишем их:

- 1) $\text{Au} + \text{HNO}_3 + 4\text{HCl} = \text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$;
- 2) $3\text{Pd} + 4\text{HNO}_3 + 18\text{HCl} = 3\text{H}_2[\text{PdCl}_6] + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O}$;
- 3) $3\text{Pt} + 18\text{HCl} + 4\text{HNO}_3 = 3\text{H}_2[\text{PtCl}_6] + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O}$.

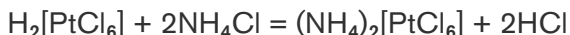
При дальнейших подсчётах заметим, что данному условию с массовой долей металла Z в одном из выделившихся соединений подходит гексахлороплатинат IV водорода ($\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$), а значит Z – Pt.

Далее в условии следует добавление вещества F с названием «зелёный витриол». Из этого, в случае незнания истории химии, можно сделать логичный вывод, что соединение зелёного цвета, и предположить, что F – железный купорос FeSO_4 , поскольку он часто используется в промышленных и не только аффинажах драгоценных металлов. С учётом выделившихся в реакциях 1–3 продуктов запишем единственно проходящую реакцию:



Это взаимодействие подтверждается золотистым осадком C, из чего делаем вывод, что C – Au, а значит, что B – Pd.

Платину и палладий разделяют, основываясь на различной растворимости солей, поэтому, исходя из знаний, что на данный момент есть в растворе, напишем следующую реакцию (раствор предварительно нагрет, поэтому палладиевые соли не будут вступать в реакцию):

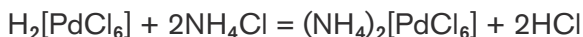


Данная реакция подтверждается массовой долей платины в гексахлороплатинате 4 аммония.

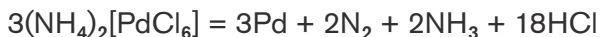
Напишем реакцию прокаливания этого соединения, учитывая тот факт, что в конечных продуктах должны быть чистая платина:



В результате, в растворе остался только гексахлоропалладат 4 аммония, который после охлаждения начинает осаждаться в виде красно-коричневых кристаллов вследствие добавления избытка нашатыря:



Подвергнем гексахлоропалладат 4 аммиака термическому разложению:



D, E, G, H – металлы, для которых даны их свойства и отличительные признаки.

D	E	G	H
Ru	Os	Ir	Rh

Высший оксид рутения – RuO_4 , что подтверждается массовой долей металла в нём.



В недрах тундры...

Автор: Варвара Зубарева

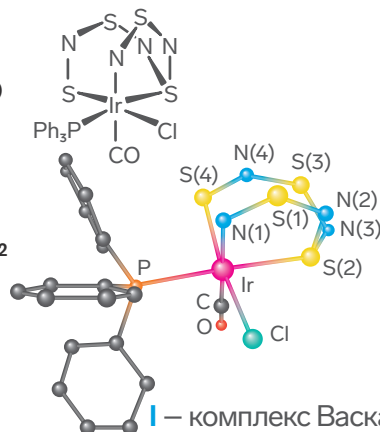
Так как **X** обладает одной из самых больших плотностей среди простых веществ, можно предположить, что **X** – металл, например, осмий или иридий.

Пусть в соединении **I** один атом кислорода. Тогда его молярная масса равна 780,3 г/моль. При условии, что в комплексе один атом **X**, получается, что **X** – иридий.

X	A	B	C	D	E	F
Ir	Ir ₂ O ₃	IrCl ₃	IrI ₃	IrF ₅	IrO ₂ ·3H ₂ O	IrO ₂

G	H	I	J
H ₂ IrCl ₆	K ₂ IrCl ₆	IrCl(CO)[P(C ₆ H ₅) ₃]	K ₃ IrCl ₆

- 1) $2\text{Ir} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{IrCl}_3$
- 2) $2\text{IrCl}_3 + 6\text{NaOH} = \text{Ir}_2\text{O}_3 + 6\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{Ir}_2\text{O}_3 + 6\text{HI} = 2\text{IrI}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4) $2\text{IrI}_3 + 3\text{F}_2 = 2\text{IrF}_3 + 3\text{I}_2$
- 5) $\text{IrF}_3 + \text{F}_2 = \text{IrF}_5$
- 6) $4\text{IrF}_5 + 22\text{H}_2\text{O} = 4\text{IrO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + 20\text{HF} + \text{O}_2$
- 7) $\text{IrO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} = \text{IrO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 8) $\text{IrO}_2 + 6\text{HCl} = \text{H}_2\text{IrCl}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 9) $\text{H}_2\text{IrCl}_6 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{IrCl}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 10) $\text{KCl} + \text{K}_2\text{IrCl}_6 = \text{K}_3\text{IrCl}_6 + \text{Cl}_2$
- 11) $2\text{K}_3\text{IrCl}_6 = 6\text{KCl} + 2\text{Ir} + 3\text{Cl}_2$



Так как в комплексе иридий имеет конфигурацию $5d^8$, по количеству и дентатности лигандов очевидно, что гибридованными оказываются одна d-, s- и две p-орбитали, что соответствует конфигурации sp^2d и структуре квадрата. Также можно заметить, что количество неспаренных электронов равно 0, а значит, и магнитный момент μ равен 0 мБ, и комплекс Васка является низкоспиновым.

Газ кометы Борисова

Автор: Алексей Филин

1.	X циан, цианоген, этандинитрил, дициан, синерод	A	B	C	D	E
2.	$N \equiv C - C \equiv N$	KCN	KOCN	CO_2	N_2	C

3. Уравнения реакций:

- 1) $(CN)_2 + 2KOH = KCN + KOCN + H_2O$
- 2) $(CN)_2 + 2O_2 = 2CO_2 + N_2$
- 3) $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 \downarrow + H_2O$
- 4) $2C + N_2 = (CN)_2$
- 5) $2CuSO_4 + 4KCN = 2K_2SO_4 + 2CuCN + (CN)_2 \uparrow$

4. Соль **A** – KCN, которая известна как крайне сильный яд. Одна из причин пагубного влияния на организм обусловлено химическим воздействием с цитохромоксидазой (клеточный фермент), из-за чего прекращается синтез аденозинтрифосфата (АТФ), который обеспечивает энергией многие процессы в живых клетках. В итоге, клетки организма начинают отмирать. Когда отмирает достаточно большое количество критически важных клеток, умирает и сам человек. В ответе на вопрос в задании можно было кратко указать про отмирание клеток. Другие ответы также принимаются, если они верно указывают причину токсичности KCN.

Элемент X

Автор: Ильнар Салихов

X	X₁	X₂	Y₀	Y₁	Y₂	Y₃
V	V ₂ O ₅	VO ₂	NaVO ₃	Na ₆ V ₁₀ O ₂₈	VOCl ₂	VCl ₃

Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Z_1	Z_2	Z_3
VCl_2	NH_4VO_3	$VOSO_4$	VCl_4	$V(CO)_6$	$NaV(CO)_6$	$H_3[VF_6]$

Z_4	Z_5	A	B
$H[VF_6]$	VO_2NO_3	FeV_2O_4	CaV_3O_7

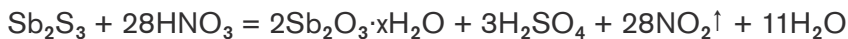
- $4FeV_2O_4 + 8NaCl + 7O_2 = 8NaVO_3 + 2Fe_2O_3 + 4Cl_2$
- $NaVO_3 + NH_3 + CO_2 + H_2O = NH_4VO_3 + NaHCO_3$
- $2NH_4VO_3 = 2NH_3 + V_2O_5 + H_2O$
- $2NaVO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + V_2O_5 + H_2O$
- $V_2O_5 + 5Ca = 5CaO + 2V$
- $V + 3H_2SO_4 = VOSO_4 + 2SO_2 + 3H_2O$
- $V + 2Cl_2 = VCl_4$
- $V + 6CO = V(CO)_6$
- $Na + V(CO)_6 = NaV(CO)_6$
- $2V + 12HF = 2H_3[VF_6] + 3H_2$
- $3V + 5HNO_3 + 18HF = 3H[VF_6] + 5NO + 10H_2O$
- $V + 6HNO_3 = VO_2NO_3 + 5NO_2 + 3H_2O$
- $2VOSO_4 + 8NaOH + Br_2 = 2NaVO_3 + 2Na_2SO_4 + 2NaBr + 4H_2O$
- $V_2O_5 + 6HCl = 2VOCl_2 + Cl_2 + 3H_2O$
- $2V_2O_5 = 4VO_2 + O_2$
- $VOCl_2 + H_2O = VO_2 + 2HCl$
- $CaO + 3VO_2 = CaV_3O_7$
- $10NaVO_3 + 4HCl = Na_6V_{10}O_{28} + 4NaCl + 2H_2O$
- $2NaVO_3 + Zn + 8HCl = 2VOCl_2 + ZnCl_2 + 2NaCl + 4H_2O$
- $2VOCl_2 + Zn + 4HCl = 2VCl_3 + ZnCl_2 + 2H_2O$
- $2VCl_3 + Zn = 2VCl_2 + ZnCl_2$

Опыт времен алхимии

Автор: Виталина Иванчак

X	A	B	C	D	E
Sb су ^р ма	$HgCl_2$ су ^л ема	Sb_2O_3	$Sb^{III}Sb^V O_4$	Sb	Sb_2O_3

F	G	H	I	J
HSbO ₃	Sb ₂ O ₅	H[SbCl ₆]	SbCl ₃	Cl ₂



Судебная экспертиза

Автор: Фёдор Казаков

X	A	Б	В	Г
As мышьяк	As ₂ S ₃ аурипигмент	AsS или As ₄ S ₄ реальгар	As ₂ O ₃	AsH ₃

Уравнения реакций:

- 1) $2\text{As}_2\text{S}_3 + 9\text{O}_2 = 2\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2$
- 2) $4\text{AsS} + 7\text{O}_2 = 2\text{As}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2$
- 3) $\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{Zn} + 12\text{HCl} = 2\text{AsH}_3 + 6\text{ZnCl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4) $2\text{AsH}_3 = 2\text{As} + 3\text{H}_2$

Совпадение? Не думаю

Автор: Владимир Корсаков

Все задачи принято решать с начала. Здесь можно сделать также. Это будет очень сложно, потому что почти ничего не дано про элемент **X**. Поэтому начнём решать её с конца.

У нас неизвестен элемент **A**. Однако если приглядеться, то можно увидеть на схеме заряд ядра изотопа **A₁₂**. Заряд $z = 90$, откуда следует, что **A₁₂** – ²²⁹Th.

Теперь не составит труда написать реакции радиоактивного распада:

1. ${}_{107}^{265}\text{Bh} \xrightarrow{\alpha} {}_{105}^{261}\text{Db} + {}_2^4\text{He}$
2. ${}_{105}^{261}\text{Db} \xrightarrow{\alpha} {}_{103}^{257}\text{Lr} + {}_2^4\text{He}$
3. ${}_{103}^{257}\text{Lr} \xrightarrow{\alpha} {}_{101}^{253}\text{Mb} + {}_2^4\text{He}$
4. ${}_{101}^{253}\text{Mb} \xrightarrow{\beta^+} {}_{100}^{253}\text{Fm} + {}_{+1}^0\text{e}$
5. ${}_{100}^{253}\text{Fm} \xrightarrow{\alpha} {}_{98}^{249}\text{Cf} + {}_2^4\text{He}$
6. ${}_{98}^{249}\text{Cf} \xrightarrow{\alpha} {}_{96}^{245}\text{Cm} + {}_2^4\text{He}$
7. ${}_{96}^{245}\text{Cm} \xrightarrow{\alpha} {}_{94}^{241}\text{Pu} + {}_2^4\text{He}$
8. ${}_{94}^{241}\text{Pu} \xrightarrow{\beta^-} {}_{95}^{241}\text{Am} + {}_{-1}^0\text{e}$
9. ${}_{95}^{241}\text{Am} \xrightarrow{\alpha} {}_{93}^{237}\text{Np} + {}_2^4\text{He}$
10. ${}_{93}^{237}\text{Np} \xrightarrow{\alpha} {}_{91}^{233}\text{Pa} + {}_2^4\text{He}$
11. ${}_{91}^{233}\text{Pa} \xrightarrow{\beta^-} {}_{92}^{233}\text{U} + {}_{-1}^0\text{e}$
12. ${}_{92}^{233}\text{U} \xrightarrow{\alpha} {}_{90}^{229}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$

A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
${}_{107}^{265}\text{Bh}$	${}_{105}^{261}\text{Db}$	${}_{103}^{257}\text{Lr}$	${}_{101}^{253}\text{Mb}$	${}_{100}^{253}\text{Fm}$	${}_{98}^{249}\text{Cf}$	${}_{96}^{245}\text{Cm}$

A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂
${}_{94}^{241}\text{Pu}$	${}_{95}^{241}\text{Am}$	${}_{93}^{237}\text{Np}$	${}_{91}^{233}\text{Pa}$	${}_{92}^{233}\text{U}$	${}_{90}^{229}\text{Th}$

X	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
B	B ₂ O ₃	HBO ₂	H ₃ BO ₃	Na ₂ B ₄ O ₇	BN

X ₆	X ₇	X ₈	кристаллогидрат	ребус
BF ₃ NH ₃	Na[B(OH) ₄]	NH ₄ BF ₄	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	«БУРАН»

Осадки щелочных металлов

Автор: Марк Краморенко

1.	A	B	C	D	E	F
	WO ₃	Na ₂ WO ₄	Na ₂₀ [H ₂ W ₁₂ O ₄₂]	WO ₃ ·2H ₂ O	CH ₃ COOH	HNO ₂
	G	H	J	K	L	M
	CoSO ₄	K ₃ [Co(NO ₂) ₆]	U	Pb	U ₃ O ₈	HNO ₃
						N
						NO

O	P	Q	R	S	T
$\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$	$(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$	UO_3	$\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2$	Zn	$\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$

U	X	Y	Z
$\text{Zn}[\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_4]$	W	Na	$\text{NaZn}[\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_3]_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

- $\text{WO}_3 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{WO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $12\text{Na}_2\text{WO}_4 + 14\text{HCl} = \text{Na}_{10}[\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{42}] + 14\text{NaCl} + 6\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Na}_2\text{WO}_4 + 2\text{HCl}(\text{r}) + \text{H}_2\text{O} = \text{WO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl}$
- $2\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{HNO}_2 + \text{NH}_3 = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{CoSO}_4 + 7\text{NaNO}_2 + 2\text{CH}_3\text{COOH} =$
 $= \text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6] + \text{NO} + 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6] + 3\text{KCl} = \text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6] + 3\text{NaCl}$
- $3\text{U} + 4\text{O}_2 = \text{U}_3\text{O}_8$
- $3\text{U}_3\text{O}_8 + 20\text{HNO}_3 = 9\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 10\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 + 6\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7 + 4\text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7 = 2\text{UO}_3 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{UO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Zn} + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2$
- $\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = \text{Zn}[\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_4]$
- $6\text{Zn}[\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_4] + 2\text{NaCl} + 6\text{H}_2\text{O} =$
 $= 2\text{NaZn}[\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_3]_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \downarrow + \text{ZnCl}_2 + 3\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$

2. Соль **H** называют солью Фишера.

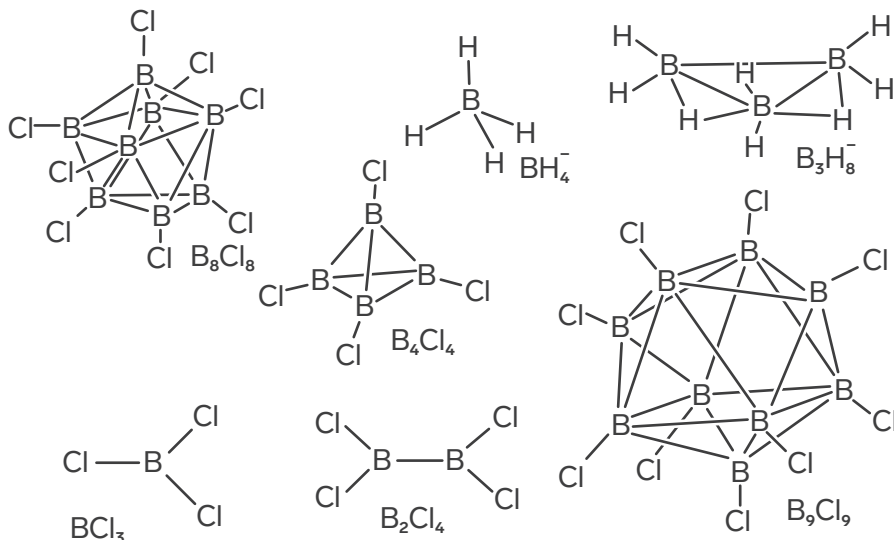
3. Реакции радиоактивного распада имеют первый порядок. Период полураспада можно рассчитать: $t = (n \cdot N_A \cdot \ln 2) : A = 4.468 \cdot 10^9$ лет.

Три бесцветных газа

Автор: Азамат Аралбаев

1.	A	B	C	D	E	F	G
	BCl_3	B_2O_2	Cl_2	B_2Cl_4	HgCl_2	B_4Cl_4	B_8Cl_8
	I	J	K	L	M	N	X
	B_9Cl_9	B_2H_6	HCl	NaBH_4	Na	NaB_3H_8	B

2.



- $\text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{Cl}_2 + 3\text{C} = 2\text{BCl}_3 + 3\text{CO}$
- $2\text{BCl}_3 + \text{Hg} = \text{HgCl}_2 + \text{B}_2\text{Cl}_4$
- $2\text{B}_2\text{Cl}_4 = \text{B}_4\text{Cl}_4 + 2\text{Cl}_2$
- $4\text{B}_2\text{Cl}_4 = \text{B}_8\text{Cl}_8 + 4\text{Cl}_2$
- $9\text{B}_2\text{Cl}_4 = 2\text{B}_9\text{Cl}_9 + 9\text{Cl}_2$
- $\text{B}_2\text{H}_6 + 6\text{Cl}_2 = 6\text{HCl} + 2\text{BCl}_3$
- $2\text{B}_2\text{H}_6 + 2\text{Na} = \text{NaBH}_4 + \text{NaB}_3\text{H}_8$

3. Получение диборана B_2H_6 :

- 1) $2BCl_3 + 6LiH = 6LiCl + B_2H_6$
- 2) $4BCl_3 + 3LiAlH_4 = 3LiCl + 3AlCl_3 + 2B_2H_6$
- 3) $2NaBH_4 + 2I_2 = 2NaI + B_2H_6 + 2HI$

Не только сэндвичи

Автор: Азамат Аралбаев

1.

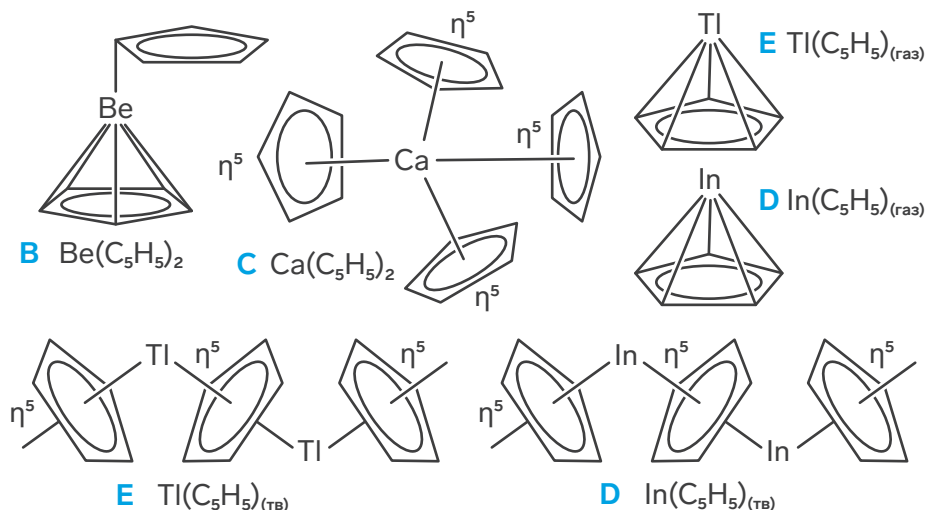
M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	A	B	C	D	R
Be	Ca	In	Tl	Ga	$C_5H_5^-$	$Be(C_5H_5)_2$	$Ca(C_5H_5)_2$	$In(C_5H_5)$	C_5H_6

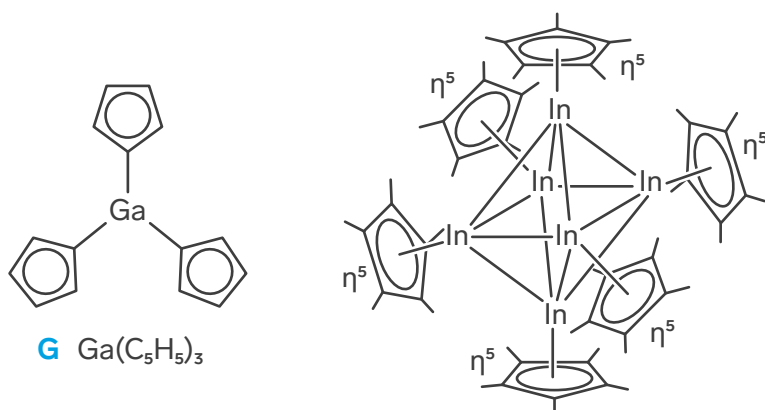
E	F	G	I	J	K	L
$Tl(C_5H_5)$	TlF	$Ga(C_5H_5)_3$	$GaCl_3$	LiC_5H_5	$[In(C_5Me_5)]_6$	$C_5Me_5^-$

2. Уравнения реакций

- 1) $2C_5H_6 + Ca = Ca(C_5H_5)_2 + H_2$
- 2) $TlF + C_5H_6 = TlC_5H_5 + HF$
- 3) $3LiC_5H_5 + GaCl_3 = Ga(C_5H_5)_3 + 3LiCl$

3.



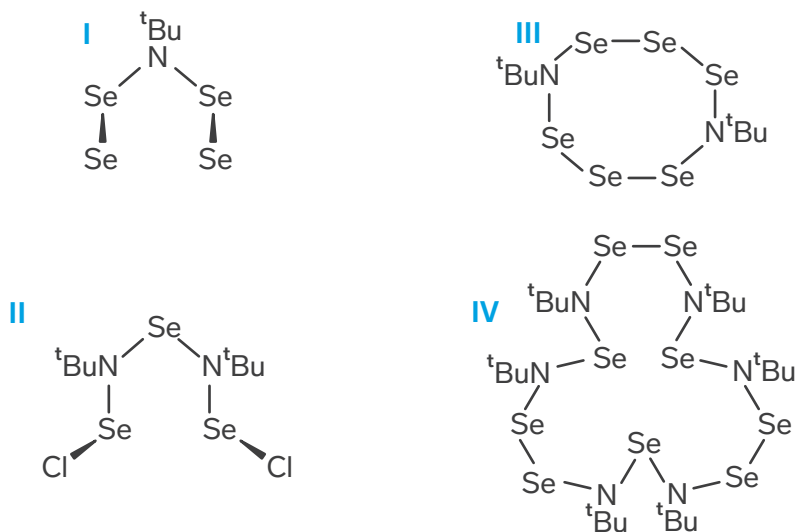


Удивительные кольца

Автор: Андрей Вараксин

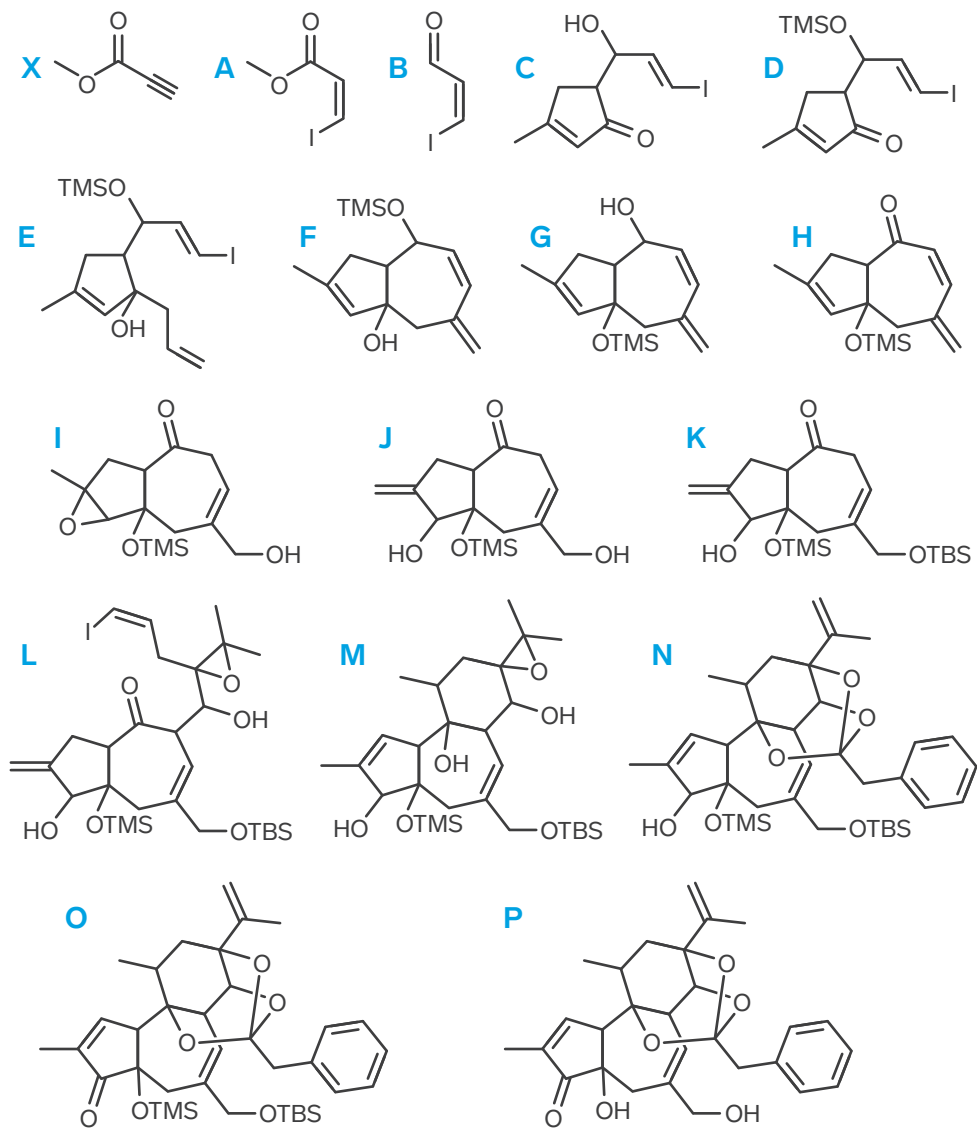
1.

A	B	C	D	E	X	Y
SrSeO_3	SrSe	$t\text{-BuNH}_2$	SeCl_2	SeCl_4	Se	Se_8



Ещё жарче

Автор: Александр Владимиров



Сложно, но можно!

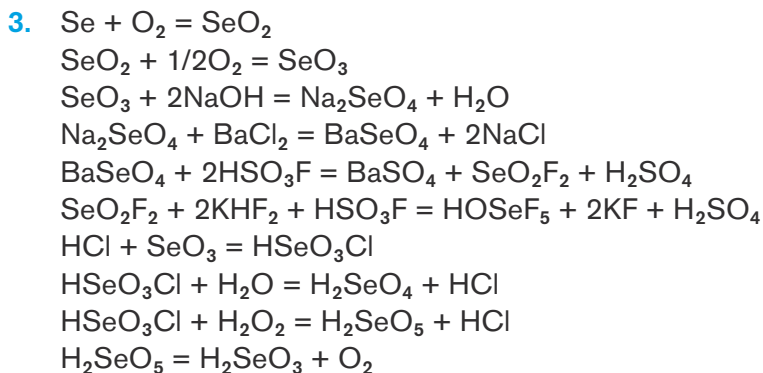
Автор: Кирилл Воропаев

1.	X	A	B	C	D	E
	Селен	Se	SeO ₂	SeO ₃	Na ₂ SeO ₄	BaSeO ₄

F	G	H	I	K	K*
SeO ₂ F ₂	BaSO ₄	HOSef ₅	HSeO ₃ Cl	H ₂ SeO ₅	H ₂ SO ₅

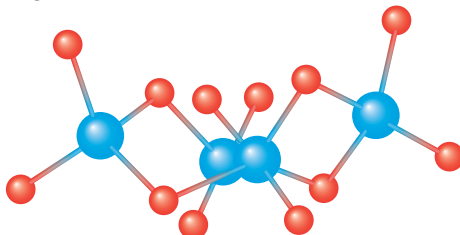
2. Изготовление проводников на основе селена.

В медицине (противораковое средство, соединения с серой являются противоперхотными средствами и т. д.).



4. Известно, что очень плохо пахнут тиолы, а производные с селеном называются селенотиолы.

5.



Угадайка с фторидом криптона

Автор: Софья Габдрахманова

1.

A	B	C	D	E	F
Au	HI	AuI	$[\text{KrF}]^+[\text{AuF}_6]^-$	AuCl_3	SeO_2F_2

G	H	I	J	K
$\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2]$	HOSeF_5	$\text{O}_2[\text{AuF}_6]$	Au_2O	$\text{H}[\text{AuCl}_4]$

N	O	Q	R	U
IF_5	$\text{K}[\text{ICl}_4]$	$\text{K}[\text{ICl}_2]$	I_2O_5	P_4O_{10}

V	W	X	Y	Z
HIO_3	$\text{K}[\text{ICl}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}[\text{AuI}_2]$	HCN	I_2

2. Уравнения реакций:

- 1) $\text{H}[\text{AuI}_2] = \text{HI} + \text{AuI}$
- 2) $2\text{AuI} = 2\text{Au} + \text{I}_2$
- 3) $2\text{Au} + 7\text{KrF}_2 = 2[\text{KrF}]^+[\text{AuF}_6]^- + 5\text{Kr}$
- 4) $[\text{KrF}]^+[\text{AuF}_6]^- + \text{O}_2 + 0.5\text{F}_2 = \text{O}_2[\text{AuF}_6] + \text{KrF}_2$
- 5) $\text{Au} + 4\text{HCl} + \text{HNO}_3 = \text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 6) $\text{H}[\text{AuCl}_4] = \text{AuCl}_3 + \text{HCl}$
- 7) $2\text{AuCl}_3 + 6\text{KOH} = \text{Au}_2\text{O} + 6\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- 8) $4\text{Au} + 8\text{KCN} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2] + 4\text{KOH}$
- 9) $\text{I}_2 + 5\text{F}_2 = 2\text{IF}_5$
- 10) $\text{IF}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{HIO}_3 + 5\text{HF}$
- 11) $4\text{HIO}_3 + \text{P}_4\text{O}_{10} = 2\text{I}_2\text{O}_5 + 4\text{HPO}_3$
- 12) $\text{I}_2\text{O}_5 + \text{CO} = \text{CO}_2 + \text{I}_2$
- 13) $\text{HIO}_3 + \text{KCl} + 5\text{HCl} = \text{K}[\text{ICl}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 14) $\text{K}[\text{ICl}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}[\text{ICl}_4] + 2\text{H}_2\text{O}$
- 15) $\text{K}[\text{ICl}_4] = \text{K}[\text{ICl}_2] + \text{Cl}_2$

Задача про сюр

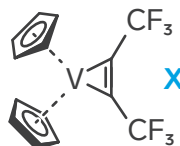
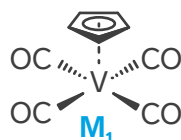
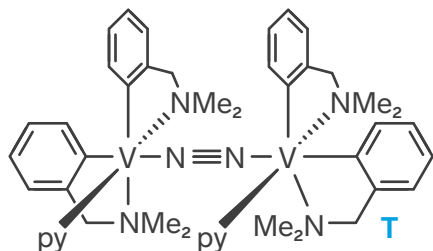
Автор: Регина Гизатуллина

1.

A	B	C ₁	C ₂	D	E	E ₁	F
V	V ₂ O _{5(техн.)}	V ₂ O ₅	V ₂ O ₃	VCl ₃	VF ₃	(NH ₄) ₃ VF ₆	V(CO) ₆
G	H				I	J	
V(N ₂) ₆	[N(Me) ₃ (Et)][V(CO) ₅ (PMe ₃)]				K ₃ [V(SO) ₅]	K ₅ V(CN) ₅	
K				L	M	N	
K ₂ [V(CN) ₅ (NO)]·2H ₂ O				V ₂ (SO ₄) ₃	V(cp) ₂	N ⁺ EtMe ₃ Cl ⁻	
O				P	Q	R	
(NH ₄)V(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O				VOSO ₄	VCl ₄	[VCl ₂ (EtOH) ₂]	
S				U	U _{aq}	V	W
[VCl ₂ (TMEDA) ₂]				VCl ₂	[VCl ₂ (H ₂ O) ₄]	VSO ₄	V(cp) ₂ Cl ₂
Y				Z			
[Cp ₂ V(CO) ₂][V(CO) ₆]				CO ₂			

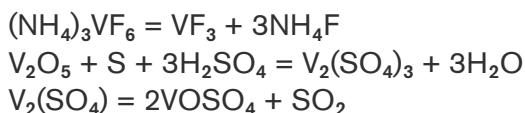






2. Вещества **B** и **C₁** имеют разные цвета из-за их чистоты – технический пентаоксид ванадия получают в промышленности, следовательно, он чёрный, потому что загрязнён примесями.

3. См. схему из пункта 1.
4. F имеет положительный магнитный момент из-за наличия неспаренного электрона (17-электронный комплекс).
5. Процесс азотфиксации выполняется комплексом T. Получение аммиака в процессе Габера-Боша может быть заменено азотфиксирующими комплексами.
6. Piano stool, или стул для фортепиано, или же полусэндвичевые комплексы.
7. Уравнения реакций:



8. Богиня Ванадис, в честь которой назван элемент, имеет разные имена. Одно из них – Сюр.

Двойная радуга

Автор: Кирилл Ильин

1.

А	Б	В	Х	Стекло
K ₂ O	PbO	SiO ₂	O ₂	Хрусталь

2. Добавление в шихту источника калия, т.е. K₂O, приводит к увеличению температуры плавления стекла. Вязкость таких стёкол при охлаждении возрастает более плавно, т.е. такие стёкла более пригодны для изготовления сосудов методом выдува.
3. Значительное расстояние между точкой 10 и другими точками указывает на то, что образец 10 имеет собственный источник свинца, а остальные – единый источник свинца.

4.

М	Г	Д
Pb	CO	CO ₂

Теперь рассчитаем энтальпию и энтропию реакции.

Запишем таблицу для T(K) и p(бар):

	CO	CO ₂
1003.15°C	0.186	0.8261
1203.15°C	0.32704	0.9271

$$\Delta_r G^\circ = -RT \ln \frac{p(\text{CO}_2)}{p(\text{CO})}$$

Получаем:

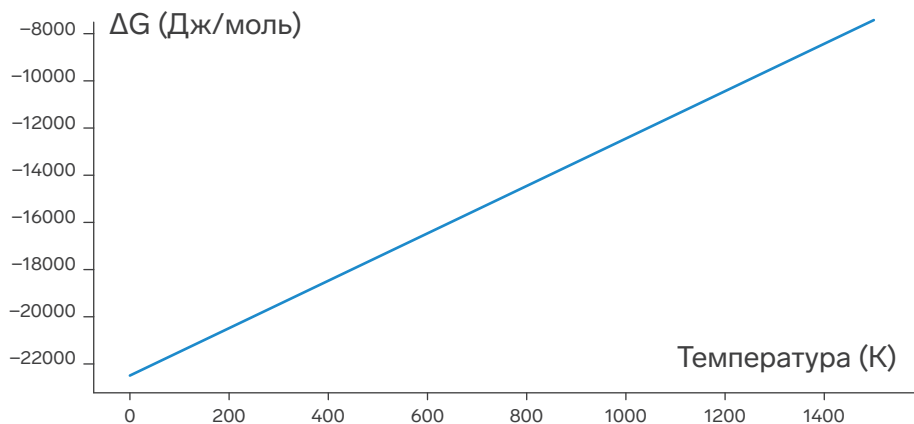
$$\Delta_r G_1^\circ = -12435.03 \text{ Дж/моль}$$

$$\Delta_r G_2^\circ = -10423.12 \text{ Дж/моль}$$

Далее составим систему уравнений:

$$\begin{cases} \Delta_r G_1^\circ = \Delta_r H^\circ - T_1 \Delta_r S^\circ & \Delta_r H^\circ = -22.526 \text{ кДж/моль} \\ \Delta_r G_2^\circ = \Delta_r H^\circ - T_2 \Delta_r S^\circ & \Delta_r S^\circ = -10.06 \text{ Дж/моль} \end{cases}$$

График зависимости энергии Гиббса реакции от температуры:



Т.к. уравнение прямой записывается как $y = kx + b$, то коэффициент наклона будет равен k . Уравнение для энергии Гиббса выглядит как $\Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - T\Delta_r S^\circ$. Тогда получаем, что $k = \Delta_r S^\circ$, т.е. 10.06 Дж/моль.

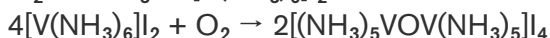
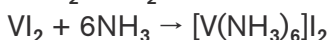
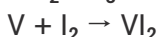
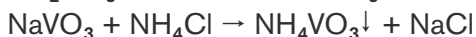
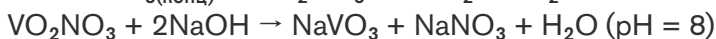
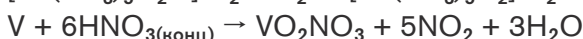
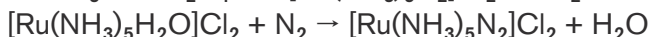
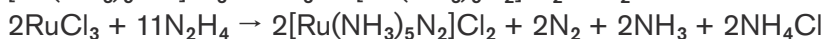
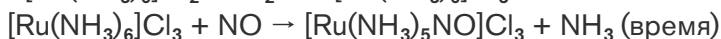
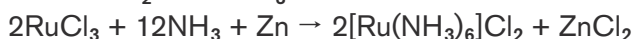
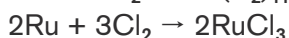
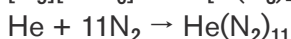
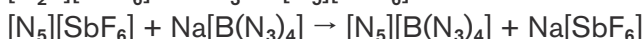
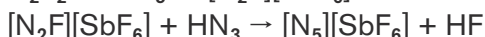
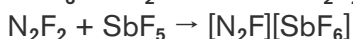
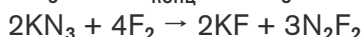
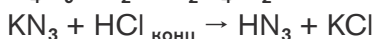
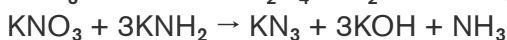
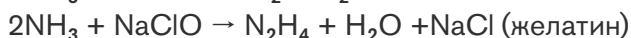
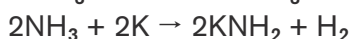
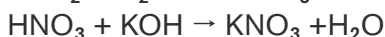
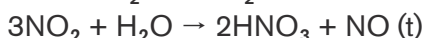
Цепочки и кроссворды

Автор: Михаил Туров

1.

A	B	C	X ₁	X ₂	X ₃		X ₄		
V	N	Ru	Ru	RuCl ₃	[Ru(NH ₃) ₆]Cl ₂		[Ru(NH ₃) ₆]Cl ₃		
X ₅				X ₆			X ₇		
[Ru(NH ₃) ₅ NO]Cl ₃				[Ru(NH ₃) ₅ N ₂]Cl ₂			[Ru(NH ₃) ₅ H ₂ O]Cl ₂		
Y	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅		Y ₆		
V	V	VO ₂ NO ₃	NaVO ₃	NH ₄ VO ₃	[VO(O ₂)]NO ₃		VI ₂		
Y ₇			Y ₈					Y ₉	
[V(NH ₃) ₆]I ₂			[(NH ₃) ₅ VOV(NH ₃) ₅]I ₄					V(N ₂) ₆	
Z	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇	Z ₈	Z ₉
N	N ₂	CaCN ₂	NH ₃	NH ₄ Cl	NO	NO ₂	HNO ₃	KNO ₃	KNH ₂
Z ₁₀		Z ₁₁		Z ₁₂		Z ₁₃		Z ₁₄	
KN ₃		N ₂ H ₄		HN ₃		N ₂ F ₂		[N ₂ F][SbF ₆]	
Z ₁₅				Z ₁₆			Z ₁₇		
[N ₅][SbF ₆]				[N ₅][B(N ₃) ₄]			He(N ₂) ₁₁ ¹		

Уравнения реакций:



X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}
$H_2[Pb(FSO_3)_6]$	$Pb(NO_3)_2$	$Pb(OH)_2$	$Cs_2[Pb(OH)_4]$	$PbSO_4$

X_{16}	X_{17}	X_{18}	X_{19}	X_{20}	X_{21}
$Pb(N_3)_2$	PbF_2	PbF_4	$Pb(SO_4)_2$	$K_2[Pb(SO_4)_3]$	$Pb(C_2H_5)_4$

4. В состав этого вещества входят катионы калия, гексафтороплюмат(IV)-анион и гидрофторид-анион в соотношении 3:1:1.

5. Азид свинца (II) используется в качестве детонатора.

6. $[Pb^{2+}]_{\text{катод}} = (K_s(PbCl_2) / 4)^{1/3} = (1.7 \cdot 10^{-5} / 4)^{1/3} = 1.62 \cdot 10^{-2} \text{ M}$

$[Pb^{2+}]_{\text{анод}} = (K_s(PbSO_4))^{1/2} = (1.7 \cdot 10^{-8})^{1/2} = 1.304 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

$E = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}} = 0.0591 / 2 \cdot \lg(1.62 \cdot 10^{-2} / 1.304 \cdot 10^{-4}) = 0.062 \text{ В}$

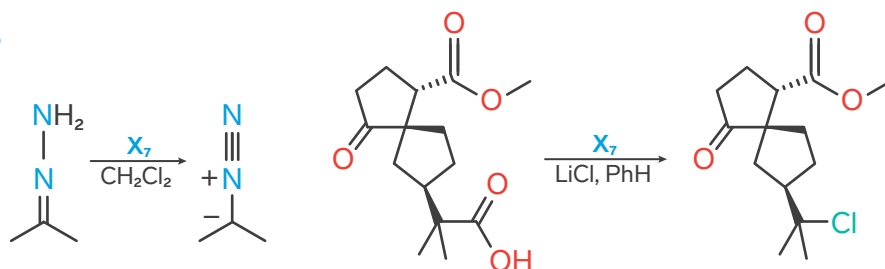
7. $1 / R_{\text{ЭКВ}} = 1 / 0.56 + 1 / 0.78$

$R_{\text{ЭКВ}} = 0.33 \text{ Ом}$

$I = E \cdot N_{\text{источников}} / R_{\text{ЭКВ}}$

$N_{\text{источников}} = I \cdot R / E = 0.56 \cdot 0.33 / 0.062 = 2.981 \approx 3$

8.



Название второй реакции – декарбоксилирование по Кочи.

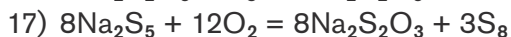
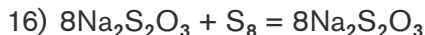
Просто добавь HNO_3 ,
или классическая задача по неорганической химии

Автор: Владимир Руренко

1.	X	A	B	C	D	E
	$\text{Ag}_6\text{Cu}_4\text{Fe}_2\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ минерал фрайбергит	$\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot \text{XH}_2\text{O}$	Sb_2O_5	Sb_2O_4	BaSO_4	AgCl
	F	G	H	I	J	K
	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	KCN	CuCN	$(\text{CN})_2$	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$	Li
	L	M	N	O		
	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	Na_2SO_3	S_8	Na_2S_5		

2. Уравнения реакций:

- 1) $\text{Ag}_6\text{Cu}_4\text{Fe}_2\text{Sb}_4\text{S}_{13} + \text{HNO}_3 =$
 $= 6\text{AgNO}_3 + 4\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 +$
 $+ 2\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot \text{XH}_2\text{O} + 13\text{H}_2\text{SO}_4 + 118\text{NO}_2 + (56-2\text{X})\text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot \text{XH}_2\text{O} = \text{Sb}_2\text{O}_5 + \text{XH}_2\text{O}$
- 3) $2\text{Sb}_2\text{O}_5 = 2\text{Sb}_2\text{O}_4 + \text{O}_2$
- 4) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HNO}_3$
- 5) $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$
- 6) $\text{AgCl} + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2] + \text{NaCl}$
- 7) $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{KCN} = 2\text{CuCN} + (\text{CN})_2 + 4\text{KNO}_3$
- 8) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 6\text{KCN} = \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 3\text{KNO}_3$
- 9) $(\text{CN})_2 + 4\text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$
- 10) $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 = 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{CO}$
- 11) $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$
- 12) $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- 13) $\text{H}_2\text{O} + \text{P}_2\text{O}_5 = 2\text{HPO}_3$
- 14) $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$



3. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ используется в иодометрическом титровании; в фотографии («фиксаж») для растворения (за счёт комплексообразования) непрореагировавшего AgBr в фотоэмульсии; в качестве «антихлора» – в процессах отбеливания, где он служит для удаления избытка Cl_2 из волокон; в противогазах.

Минеральный X

Автор: Виктория Еремейчик

1.

X	X ₁	X ₂	X ₃
As мышьяк	As ₂ O ₃ Оксид мышьяка (3)	AsH ₃ Арсин	H ₃ AsO ₄ Ортомышьяковая кислота

X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
As ₂ O ₅ Оксид мышьяка (5)	AsCl ₃ Хлорид мышьяка (3)	As ₂ S ₃ Аурипигмент	(NH ₄) ₃ AsS ₃ Тиоарсенат аммония

X ₈	X ₉	X ₁₀
As ₄ S ₄ Минерал реальгар	Na ₃ AsO ₃ Ортоарсенат натрия	CuHAsO ₃ Гидроарсенит меди (2)

A	B	C	D	E	F
AgNO ₃ Нитрат серебра	Cl ₂ Хлор	H ₂ S Сероводород	NiAs Никелин	Ni Никель	FeAsS Арсенопирит

2. Уравнения реакций:

- 1) $4\text{As} + 3\text{O}_2 = 2\text{As}_2\text{O}_3$
- 2) $\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{Zn} + 12\text{HCl} = 2\text{AsH}_3 + 6\text{ZnCl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 3) $2\text{AsH}_3 + 12\text{AgNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{As}_2\text{O}_3 + 12\text{Ag}\downarrow + 12\text{HNO}_3$
- 4) $\text{As} + 5\text{HNO}_3 = \text{H}_3\text{AsO}_4 + 5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 5) $2\text{H}_3\text{AsO}_4 = \text{As}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 6) $\text{As}_2\text{O}_5 + 10\text{HCl} = 2\text{AsCl}_3 + 2\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$
- 7) $2\text{As} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{AsCl}_3$
- 8) $\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{AsCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 9) $2\text{AsCl}_3 + 3\text{H}_2\text{S} = \text{As}_2\text{S}_3 + 6\text{HCl}$
- 10) $\text{As}_2\text{S}_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{S} = 2(\text{NH}_4)_3\text{AsS}_3$
- 11) $\text{Ni} + \text{As} = \text{NiAs}$
- 12) $\text{FeAsS} + 11\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{NO}_2 + 3\text{H}_2$
- 13) $2\text{As} + 6\text{NaOH} = 2\text{Na}_3\text{AsO}_3 + 3\text{H}_2$
- 14) $\text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuHAsO}_3$

3. X_8 – As_4S_4 – минерал реальгар. Цвет: бурый, красный, оранжевый, жёлтый (любое из перечисленного).

4. Мышьяк относится к 15 группе, группе Пниктогенов. Его свойства схожи с вышестоящим по группе элементом – фосфором. X_1 – оксид мышьяка, может быть записан как As_2O_3 (сокращённо) или As_4O_6 (полная формула), аналогично фосфору.

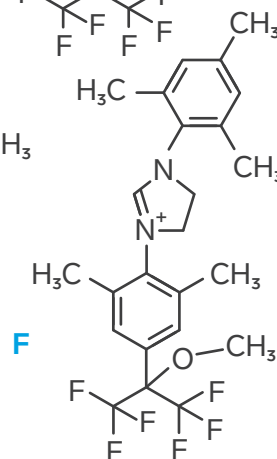
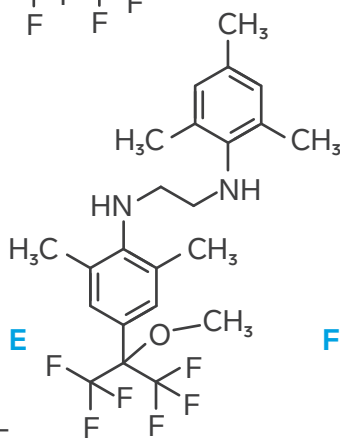
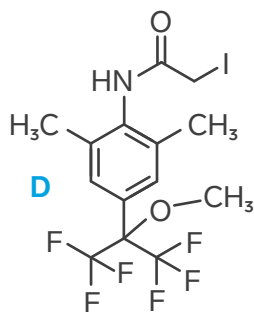
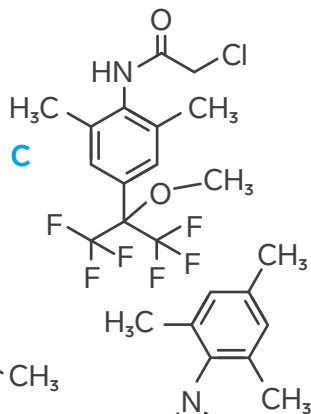
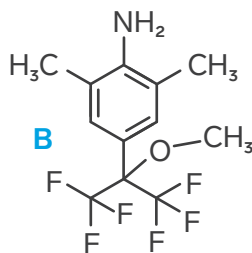
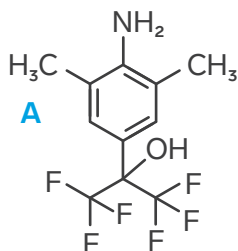
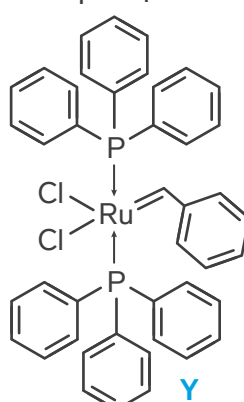
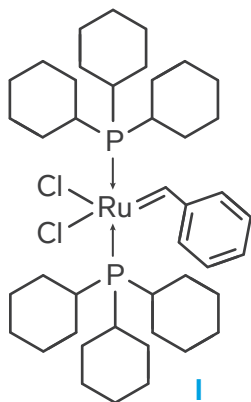
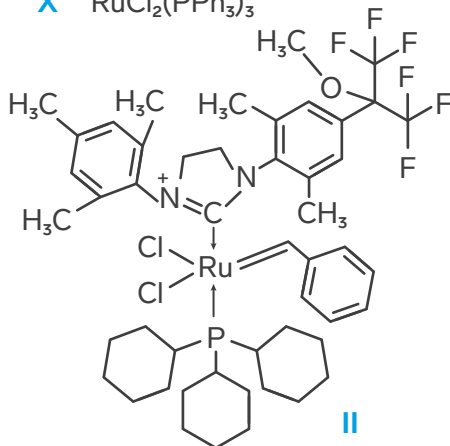
5. Реакция 2 – реакция получения арсина. Это качественная реакция на мышьяк, помогает определить его даже в самых маленьких количествах (при получении арсин разлагается на мышьяк и водород, при нагревании мышьяк оседает блестящей чёрной плёнкой на стенках пробирки, аналогично серебряному зеркалу). Название реакции – проба Марша.

6. Ag_3AsS_3 – прустит
 CoAs – смальтин
 CoAsS – кобальтин

Катализатор для метатезиса

Автор: Роман Стругов

1. M – Ru

X $\text{RuCl}_2(\text{PPh}_3)_3$ 

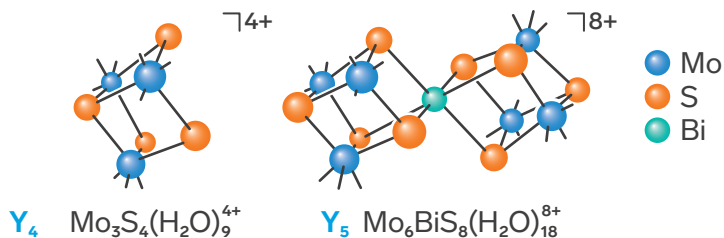
2. **I** – пример катализатора Граббса 1-го поколения, а **II** – пример катализатора 2-го поколения.

Не срослось

Автор: Рената Халиуллина

1.

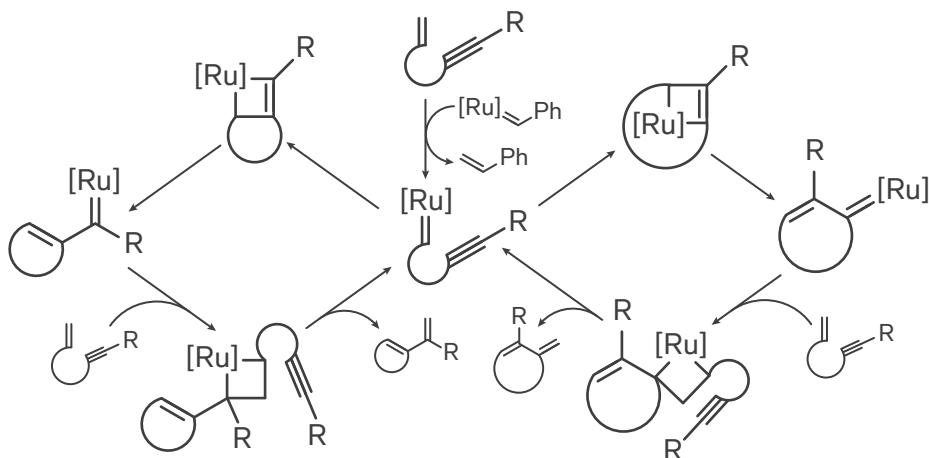
A	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
(NH ₄) ₂ S	Mo	MoS ₃	(NH ₄) ₂ MoS ₄	Mo ₃ S ₄ (H ₂ O) ₉ ⁴⁺	Mo ₆ BiS ₈ (H ₂ O) ₁₈ ⁸⁺



2.

X ₁	X ₂
(NH ₄) ₂ Mo ₂ O ₇	Mo(dme)(NAr) ₂ Cl ₂

X ₃	X ₄
Mo(NAr) ₂ (CH ₂ R) ₂	Mo(CHR)(NAr)(OSO ₂ CF ₃) ₂ (dme)



РАСТВОРИМОСТЬ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ ПРИ 20 °С

	H ⁺	NH ₄ ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Be ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Al ³⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cr ³⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Co ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Hg ²⁺	Ag ⁺
OH ⁻	—	P	P	P	P	H	H	M	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
F ⁻	P	P	M	P	P	P	H	H	M	M	P	H	H	M	M	M	M	M	P	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P	P	P	H
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P	P	M	H
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	H	P	P	P	P	P	P	P	H	H
S ²⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	—	P	P	P	P	—	H	P	P	P	P	P	P	P	P	P
CO ₃ ²⁻	—	P	P	P	P	H	H	H	H	—	—	—	—	H	H	—	H	H	H	H	H
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	P	M	M	H	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	P	P
NO ₂ ⁻	—	P	P	P	P	—	P	P	P	P	—	—	—	—	P	—	P	P	P	P	P
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
PO ₄ ³⁻	P	P	M	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
SO ₃ ²⁻	—	P	P	P	P	—	M	H	H	—	—	—	—	H	H	—	H	—	M	H	H
SiO ₃ ²⁻	H	—	H	P	P	—	H	H	H	—	—	H	—	H	H	—	—	H	H	—	—
CrO ₄ ²⁻	—	P	P	P	P	H	P	P	H	—	—	H	—	—	—	—	H	H	H	H	H
MnO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	—	H	—	—	—	—	—	H	H	P	H
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
C ₂ O ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	M	H	H	H	H	H

P — Растворимое (более 1 г в 100 г H₂O).

H — Нерастворимое (менее 0,01 г в 100 г H₂O).

M — Малорастворимое (от 0,01 г до 1 г в 100 г H₂O).

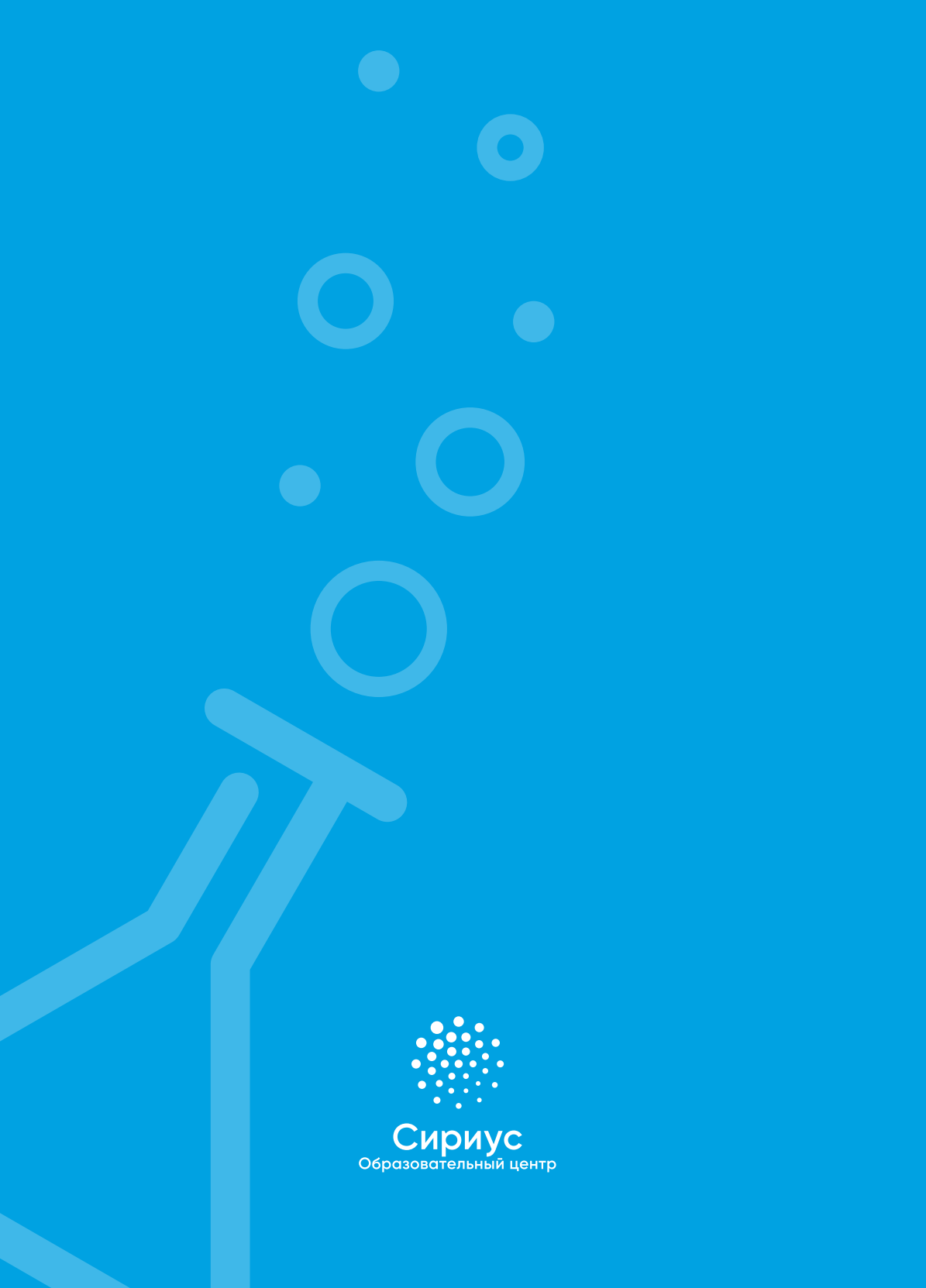
— — Нет сведений об индивидуальном веществе.

H — Существует, но не может быть получен из раствора.

— — Существует, но разлагается водой.

Даны сведения только о средних солях.

Гидроксиды трёхзарядных катионов образуют осадки переменного состава.



Сириус
Образовательный центр